



**Universidade de Aveiro**  
2017

Departamento de Economia, Gestão,  
Engenharia Industrial e Turismo

**FERNANDO JORGE  
DA ROCHA ARAÚJO**

**PROJETO LEAN NO ABASTECIMENTO A LINHAS DE  
MONTAGEM**



**FERNANDO JORGE  
DA ROCHA ARAÚJO**

**PROJETO LEAN NO ABASTECIMENTO A LINHAS DE  
MONTAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira, Professor Associado c/ Agregação do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo, da Universidade de Aveiro

Aos meus pais, ao meu irmão e à minha afillhada.  
Ao meu avô paterno.  
A todos os meus amigos e familiares.

## **o júri**

presidente

**Prof. Doutor João Carlos de Oliveira Matias**

professor catedrático do departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Manuel Joaquim Pereira Lopes**

professor adjunto do departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto

**Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira**

professor associado com agregação do departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Primeiramente, agradeço aos meus pais, Alberto José e Maria Rosa, por tudo o que fizeram por mim e por tudo o que contribuíram para o meu sucesso nas mais variadas vertentes. Pelas condições que me deram. Pelo apoio incansável que me deram. Por todo o carinho e amor que nunca me faltou ao longo de toda a minha vida e de todo o percurso escolar e académico.

Agradeço ao meu irmão mais velho, João Tiago, por toda a orientação que me deu e por ser um exemplo a seguir em termos de postura, de valores e de luta pelos objetivos. Orgulho-me de ter alguém como ele do meu lado, que foi capaz de sacrificar muito dele para me ajudar nos momentos menos bons pelos quais passei ao longo do meu percurso escolar e académico.

Agradeço a todos os meus familiares pela companhia, pelos momentos de lazer, pelo carinho, pela motivação e pelo orgulho que sinto que eles têm em mim.

Agradeço a todos os meus professores de todo este percurso escolar de dezassete longos anos pelos conhecimentos transmitidos, pela atitude para comigo e pelo método de trabalho que me inculcaram.

Ao Luís Vara, por toda a confiança depositada em mim e pela autonomia que me foi dada. Por me ter oferecido a oportunidade de ter esta experiência profissional. Ao Pedro Rodrigues por estar sempre disponível para me esclarecer todas as dúvidas e por me orientar no meu primeiro contacto com a indústria. Ao Matheus Pinheiro pela amizade, companheirismo e transferência de conhecimentos ao longo do projeto. Aos estagiários Nuno, Valério e Tiago.

A todos os meus amigos que me marcaram neste percurso, obrigado por tudo o que vivemos nestes anos. Levo-vos para a vida.

## palavras-chave

comboio logístico, bases rolantes, estantes móveis, abastecimento interno, logística *lean*, ergonomia.

## resumo

O presente trabalho descreve o processo de otimização do abastecimento de produtos de origem externa às linhas de montagem de componentes mecânicos da Renault CACIA. A necessidade de melhorar os processos em vigor inicialmente juntou-se com a vontade de atingir resultados nunca antes atingidos neste setor de fabricação e surgiu este projeto que pretende melhorar o planeamento de abastecimento deste tipo de produtos, reduzir a possibilidade de falta de peças nas linhas de montagem e criar melhores condições ergonómicas para o operador logístico. Pretende-se redefinir todo o processo de abastecimento. É imperativo analisar o estado atual e procurar oportunidades de melhoria. Devem-se alterar os bordos de linha do setor de fabricação, proceder a mudanças no armazém dos componentes, criar uma base de dados com todos os produtos a abastecer e definir um novo plano de abastecimento para as linhas de montagem, para permitir ao operador logístico ter todas as condições para cumprir a entrega das peças de forma atempada e com qualidade. A organização ganhou em termos de percentagem de ocupação do operador afeto ao posto, em termos das condições ergonómicas e, acima de tudo, otimizaram-se os processos associados aos abastecimentos das linhas de montagem do setor, colaborando para que os níveis produtivos da organização tenham também aumentado significativamente.

**keywords**

logistic train, logistic train trailer, movable logistic shelves, internal supplying, lean logistics, ergonomics.

**abstract**

The present work describes the optimization process of the products of external origin supply to the assembly lines of mechanical components of Renault CACIA. The need to improve the processes was coupled with the desire to obtain results never achieved in this manufacturing sector and this project came up to improve the planning of supply existing, to reduce the possibility lack of components and to create better ergonomic conditions to the logistic operator. It is intended to redefine the entire supply process. It is imperative to analyze the current situation and look for opportunities for improvement. It is necessary to change the storage locations on the assembly lines on the manufacturing sector, to make changes in the logistics warehouse, to create a database with all the products to be supplied and to define a new supply plan for the assembly lines, allowing the logistics operator to have all the conditions to deliver the components in a timely and quality way. The organization obtained results in terms of the occupation of the operators, in terms of the ergonomic conditions and there was an optimization of the processes of supply of the assembly lines, collaborating for the significant increase of production levels in the organization.





## Índice

1	Introdução .....	1
2	Estado de arte .....	3
2.1	Introdução ao pensamento <i>lean</i> .....	3
2.2	Princípios do pensamento <i>lean</i> .....	9
2.2.1	<i>Kaizen</i> .....	13
2.2.2	<i>Kanban</i> .....	14
2.2.3	5S .....	15
2.2.4	Gestão visual .....	17
2.2.5	<i>Standard work</i> .....	18
2.3	Logística <i>lean</i> .....	19
2.3.1	Supermercado .....	19
2.3.2	<i>Mizusumashi</i> .....	20
2.3.3	<i>Picking</i> .....	21
2.3.4	Bordo de linha .....	21
3	Apresentação da empresa .....	23
3.1	Groupe Renault .....	23
3.2	Renault CACIA .....	24
3.2.1	Organigrama .....	24
3.2.2	Departamento de Logística Industrial .....	25
3.2.3	<i>Alliance Production Way</i> .....	26
3.2.4	Estrutura e etapas de produção da CACIA .....	26
3.2.5	Produtos .....	27
4	O projeto .....	29
4.1	Problema .....	29
4.2	Objetivos .....	30
4.3	Metodologia .....	31
4.4	Estado inicial .....	34
4.4.1	Análise do plano de abastecimento .....	34
4.4.2	Análise da ordem de abastecimento e percurso .....	35
4.4.3	Acompanhamento do sistema de abastecimento inicial .....	36
4.4.4	Levantamento de dados .....	38
4.4.4.1	Análise dos dados recolhidos para os POEs da fábrica .....	41
4.5	Implementações, alterações e melhorias .....	42
4.5.1	Deteção de anomalias .....	43
4.5.1.1	Armazém POEs .....	44
4.5.1.2	Setor CM .....	46
4.5.1.2.1	Bordo de linha .....	46
4.5.1.2.2	Sentidos de circulação .....	47
4.5.2	Criação de um novo plano de abastecimento .....	50

4.5.2.1	Alterações no bordo de linha.....	53
4.5.2.2	Criação dos percursos e mudanças nos sentidos de circulação .....	56
4.5.2.3	Colocação em vigor do novo plano de abastecimento.....	59
4.5.3	Alterações em armazém.....	60
4.5.3.1	Criação da zona de transferência.....	61
4.5.3.2	Implementação do quadro de gestão visual.....	62
4.5.3.3	Análise das possibilidades para alterações de localizações.....	62
4.5.4	Criação de um novo modo de abastecimento.....	64
4.5.4.1	Análise da viabilidade .....	65
4.5.4.2	Definição de construção de estantes em base rolante .....	66
4.5.4.3	Aplicação do conceito e reformulação do sistema de abastecimento .....	67
5	Resultados obtidos e estudos futuros .....	77
6	Conclusão .....	81

## Índice de figuras

Figura 1: Casa do TPS (adaptado de Liker, 2004) .....	4
Figura 2: Os sete tipos de desperdícios (adaptado de Melton, 2005) .....	11
Figura 3: Zonas industriais do Grupo Renault .....	23
Figura 4: Vista aérea da fábrica de Cacia .....	24
Figura 5: Organigrama da CACIA .....	25
Figura 6: Organização do Departamento de Logística Industrial .....	25
Figura 7: Bombas de óleo .....	27
Figura 8: Caixa JR .....	27
Figura 9: Local de ação do projeto .....	29
Figura 10: Charlante com base rolante atrelada .....	31
Figura 11: Charlante com estante móvel atrelada .....	31
Figura 12: Charlante com 2 bases planas e 2 contentores atrelados .....	35
Figura 13: Mudanças de layout no setor CM .....	36
Figura 14: Fluxograma representativo das tarefas do abastecedor .....	37
Figura 15: Resultados obtidos da simulação .....	37
Figura 16: Armazém de POEs dos motores .....	45
Figura 17: Exemplos de tipos de armazenamento de componentes (paleta vs. supermercado) ....	45
Figura 18: Análise dos bordos de linha do setor CM .....	47
Figura 19: Sentidos de circulação aquando do início do projeto .....	48
Figura 20: Alteração do sentido do primeiro corredor do setor CM .....	49
Figura 21: Zona de carga e descarga de AGVs .....	49
Figura 22: UETs subdivididas segundo locais de abastecimento .....	51
Figura 23: Análise das UETs para definição do novo plano de abastecimento .....	52
Figura 24: Estante 1 da BOCV (antes) .....	54
Figura 25: Estante 1 da BOCV (depois) .....	54
Figura 26: Demonstração dos movimentos das estantes da rampa de balanceiros e da BSE .....	55
Figura 27: Distribuição das UETs segundo tempo entre voltas de abastecimento .....	56
Figura 28: Trajeto definido para a volta de 8 horas .....	58
Figura 29: Trajeto definido para a volta de 4 horas .....	58
Figura 30: Definição dos sentidos de circulação dentro do setor CM .....	59
Figura 31: Lado de carregamento .....	61
Figura 32: Lado de consumo .....	61
Figura 33: Localização da zona de transferência .....	61
Figura 34: Quadro de gestão visual .....	62
Figura 35: Primeira estante móvel construída para o setor CM .....	67
Figura 36: Interface na UET .....	68
Figura 37: Visor com todos os pedidos efetuados no setor CM .....	68
Figura 38: Estante móvel K (zona 1 da UET) .....	70
Figura 39: Estante móvel BOCV (zona 1 da UET) .....	70
Figura 40: Zona 2 da UET (BOK) .....	70
Figura 41: Alocação das 8 estantes móveis existentes para o setor CM .....	71
Figura 42: Alocação dos 2 contentores existentes .....	71
Figura 43: Alocação de uma base rolante plana (volta 8 horas) .....	72
Figura 44: Alocação de uma base rolante plana (volta 4 horas) .....	72
Figura 45: Alocação de uma base rolante plana (volta 4 horas) .....	72
Figura 46: Zona de transferência com as plataformas de transporte .....	74
Figura 47: Resultados obtidos da simulação .....	78
Figura 48: Local de "destockagem" situado no túnel de POEs .....	79

## Abreviaturas

AEQ	Árvore de Equilibragem
AGV	<i>Automated Guided Vehicle</i>
APW	<i>Alliance Production Way</i>
AT	<i>Atelier</i>
BOCV	Bomba de Óleo de Cilindrada Variável
BOF	Bomba de Óleo F
BOG	Bomba de Óleo G
BOK	Bomba de Óleo K
BOM	Bomba de Óleo M
CA	Chefe de <i>Atelier</i>
CACIA	Companhia Aveirense Componentes Indústria Automóvel
CM	Componentes Mecânicos
CUET	Chefe de Unidade Elementar de Trabalho
CV	Caixas de Velocidades
DLI	Departamento de Logística Industrial
FOS	Folha de Operação <i>Standard</i>
GPI	<i>Gestion de Production Intégrée</i>
PA	Produto Acabado
POE	Produtos de Origem Externa
POI	Produtos de Origem Interna
RA	Receção Administrativa
SQF	Serviço de Qualidade de Fornecedores
SPR	Sistema de Produção Renault
TC	Tampa da Culassa
TGP	<i>Technicien Gestion de Production</i>
UC	Unité de Conditionnement
UET	Unidade Elementar de Trabalho
VA	Valor Acrescentado
WIP	<i>Work-In-Progress</i>

## 1 Introdução

O trabalho desenvolvido neste projeto foi realizado no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, pela Universidade de Aveiro e teve lugar na Renault CACIA, S.A., no departamento de logística industrial, tendo a duração de 8 meses. O DLI de CACIA subdivide-se em três principais áreas, que devem estar plenamente sincronizadas: a RA (receção administrativa), a GP (gestão de produção) e o serviço de armazéns. O projeto retratado neste documento incorpora-se no serviço de armazéns, mais propriamente na área de projetos e progresso logístico.

A empresa está dividida em dois principais centros de produção: as caixas de velocidades (CV) e os componentes mecânicos (CM). O projeto focou-se no abastecimento interno de peças às linhas de montagem dos componentes mecânicos, tendo por base os ideais de melhoria contínua e a filosofia *lean*, pilares cada vez mais fundamentais para que qualquer empresa, principalmente de grande dimensão, se possa manter competitiva. Procurou-se alterar a maioria dos procedimentos em vigor, associados a toda a logística interna referente ao abastecimento das peças para montar componentes mecânicos, desde a reorganização do armazém até ao próprio modo de abastecimento das 12 linhas de montagem neste setor. Este setor possui 23 linhas operacionais, mas 11 delas apenas maquinam componentes, não possuindo capacidade para montar peças.

A logística pode ser definida como a atividade que integra compras, movimentações e armazenamento de materiais, juntamente com a programação e controlo de todos os fluxos de peças e informação desde a receção até à expedição para o cliente final, procurando oferecer o melhor serviço aos clientes no que toca a quantidade, diversidade e prazo, tudo isto de forma a gastar o mínimo de recursos possíveis e a maximizar o lucro para a organização. A logística interna da empresa é responsável por gerir e controlar os fluxos de todas as peças e componentes que circulam na fábrica, para além de controlar os programas de fabricação, de forma a possibilitar a resposta aos pedidos dos clientes. Além de procurar aumentar ao máximo a sincronização entre os departamentos de produção e de logística, pretende-se identificar e reduzir ao máximo as atividades que não trazem valor para o cliente, nem para a organização. A principal variável em estudo é o tempo e está inteiramente ligada com o principal objetivo deste projeto: aumentar a eficiência da logística interna desta fábrica, no setor CM, nomeadamente no processo de abastecimento de produtos de origem externa. A melhoria no processo de abastecimento dos POEs procurará garantir que as linhas de montagem disponham de todos os componentes necessários para a execução do programa de fabricação e pretende-se evitar pausas na produção provocadas por falta de peças para operar e atrasos no abastecimento das linhas, através de um planeamento cuidadoso das atividades de suporte à produção baseado nos princípios *lean* seguidos pela empresa, na qualidade, na segurança das tarefas e no sincronismo entre processos. Através dos programas de fabricação, é possível calcular as necessidades de aprovisionamento junto dos fornecedores da empresa e garantir o abastecimento, sem ruturas, das linhas de montagem com a diversidade e as quantidades requeridas de componentes. O plano de abastecimento deve ser seguido com rigor e incorpora os produtos e quantidades a abastecer, as autonomias de cada produto na linha, os locais de abastecimento no armazém e nas diversas linhas de montagem, juntamente com os percursos e os horários definidos para cada volta de abastecimento. Deseja-se que o processo seja o mais fluido possível, tendo por base a análise de fatores como ergonomia, esforços repetitivos, cargas físicas e acessibilidade dos componentes,

procurando tornar *standard* o processo de abastecimento dos POEs, criando um posto motivante para o operador.

Face à crescente competitividade que se sente no setor automóvel, as empresas procuram adotar filosofias e práticas de gestão que coloquem o foco nos resultados, trazendo valor para o consumidor e sucesso para a organização. A Renault CACIA, S.A., em concordância com as políticas e os valores do Grupo Renault, opera segundo o pensamento *lean*, baseando-se em sistemas *kanban*, em fluxos contínuos, na filosofia *pull*, na flexibilidade produtiva, em níveis de *stock* reduzidos, na produção *just-in-time*, na minimização dos desperdícios, na padronização dos processos e na aplicação rigorosa da política dos 5S's. A fábrica sediada em Cacia está constantemente em busca de possíveis oportunidades de melhoria, procurando aplicar a filosofia *lean* nos diversos departamentos. O DLI não é exceção e existem vários recursos humanos somente focados no progresso logístico e melhoria contínua. Pode-se afirmar que esta filosofia oferece metodologias e ferramentas para uma gestão integrada e completa da estratégia da empresa, contribuindo para a excelência dos processos desejada pela organização. A empresa foca-se na definição de objetivos claros e ambiciosos, ainda que realistas e valoriza o trabalho em equipa, com reuniões diárias entre diferentes departamentos. A filosofia *lean* está presente na cultura da organização, colocando esta empresa a par das principais organizações da indústria automóvel e em constante crescimento, a nível de unidades produzidas e receitas obtidas.

## 2 Estado de arte

### 2.1 Introdução ao pensamento lean

A década de 1980 marcou o fim de uma época dominada pelos fabricantes americanos, especialistas no sistema de produção em massa (Duguay, Landry, & Pasin, 1997). Henry Ford foi o pioneiro na aplicação deste sistema de produção em série, tendo implementado as linhas de montagem e os processos automatizados no setor automóvel no início do século XX, obtendo enorme sucesso na Ford Motor Company. No entanto, segundo Pinto (2008), este sistema de produção, ideal para produzir em larga escala mas com pouca diversidade, revelou-se insuficiente para responder às necessidades dos consumidores, que começaram a ser mais exigentes em termos de personalização dos produtos, de qualidade, de tempo de entrega e de preço. Segundo Duguay et al. (1997) o sistema de produção em massa baseava-se em três princípios: divisão de trabalho, componentes substituíveis e mecanização, fazendo com que os trabalhadores, mesmo com pouco treino e especialização, fossem capazes de montar componentes nos automóveis rápida e eficientemente. Segundo Womack et al. (1990) a produção em massa, após a crise económica que se fez sentir depois da 2ª Guerra Mundial, não conseguia responder às necessidades dos clientes em termos de diversidade e tempos de entrega. Os autores referem que existiam inúmeros problemas derivados da falta de sincronização e comunicação entre a fabricação, entre os fornecedores e entre os clientes. Verificava-se excesso de *stock*, necessário para manter o fluxo produtivo, mas desaconselhável para a organização, existiam diversos problemas de qualidade e consequente necessidade de retrabalho e existia um excesso de viaturas produzidas, que o consumidor não necessitava, criando uma fila de espera com um elevado número de automóveis à espera de serem expedidos, no final do processo, devido à falta de coordenação entre os departamentos de produção e de vendas.

Em contrapartida, os fabricantes japoneses procuravam competir com o sistema de produção em massa. Devido à escassez de recursos caracterizadora da indústria japonesa e à necessidade de recuperação de algum poder económico, procurou-se criar um sistema de produção baseado na redução de atividades e custos associados e na eliminação de processos que não acrescentam valor. Este sistema de produção teria de conseguir responder às necessidades do mercado de produção de quantidades pequenas, embora com elevada variedade, em condições de procura baixa e seguindo uma lógica de minimização de preço para o cliente (Ohno, 1988).

Criou-se o Toyota Production System, para competir com os sistemas de produção em massa praticados nas indústrias americanas e europeias, tendo como principal base a redução absoluta do desperdício (Shingo, 1989). Ohno (1988) refere que este sistema de produção surgiu quando se verificou que a produção em massa, convencionalmente utilizada pela indústria americana, que vinha a ter bons resultados, não seria o futuro desejado para uma empresa se manter competitiva, devido às exigências dos clientes estarem a mudar, procurando produtos inovadores e com baixo tempo de entrega, com qualidade e a preço reduzido. Segundo o autor, o “estilo japonês” de produzir variados modelos em quantidades menores poderia sobrepor-se à produção em massa, levando à criação deste sistema de produção, baseado na redução e eliminação de desperdícios e no consequente aumento da produtividade. O TPS ainda funciona como aliado na

identificação e resolução de problemas e é um elemento desafiador para que os colaboradores cresçam e se tornem também eles criadores de valor para organização.

O sistema de produção que entrou em vigor na Toyota Motors Company caracterizou-se por possuir uma visão total sobre todos os processos-chave associados à produção, tendo como objetivos aumentar a eficiência, a qualidade e o fluxo produtivo (Womack et al., 1990). Pinto (2008) refere que o principal segredo do sucesso associado ao TPS e à sua força competitiva é a consistência do seu desempenho, que traz consigo a excelência operacional, baseada em técnicas e ferramentas de melhoria da qualidade e na constante inovação de todos os processos integrantes da estrutura da organização. Fujio Cho desenvolveu a casa do TPS (figura 1), que resume as práticas presentes nesta filosofia, baseadas na eliminação total de desperdícios e sustentadas nos princípios *just-in-time* (JIT) e *jidoka* (autonomação).

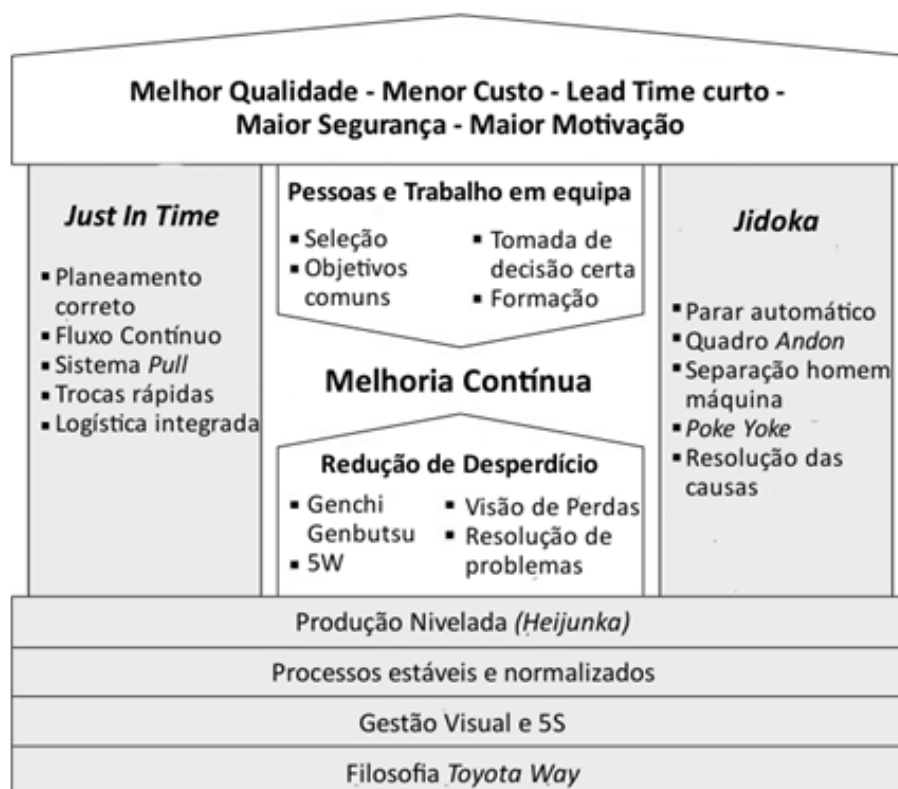


Figura 1: Casa do TPS (adaptado de Liker, 2004)

A estrutura da casa assenta sobre o nivelamento da produção, a existência de processos estáveis e padronizados, o elevado nível de gestão visual, a implementação dos 5S e o respeito pela filosofia implementada pela Toyota. No centro encontram-se dois componentes fulcrais para o sucesso desta metodologia, baseados nos princípios de melhoria contínua: os recursos humanos e a redução de perdas. Os pilares que sustentam as desejadas melhorias são o *just-in-time* e a autonomação. Os objetivos da organização que opera com base neste sistema produtivo encontram-se na parte superior da estrutura, sendo quantificados como melhor qualidade, menores custos, *lead-times* reduzidos, maior segurança e maior moral dos colaboradores.



Segundo Pinto (2008), processos *just-in-time* definem-se por “nem mais cedo, nem mais tarde, nem mais nem menos”, apenas o necessário, quando necessário. O autor defende que para produzir em JIT é necessária a existência de um fluxo contínuo de materiais e informação, em sincronização com o sistema *pull*. Sang & Ebrahimpour (1987) referem, de forma simplista, que JIT significa a tentativa de produzir ou adquirir componentes exatamente a tempo de serem utilizados, trazendo efeitos benéficos na qualidade dos produtos e na taxa de produtividade associada. Este método permite a redução do *lead-time*, devido a uma implementação de um sistema em que todos os processos produzem apenas o necessário, quando necessário, possuindo apenas o *stock* necessário em todas as fases do processo, reduzindo também a ocupação de espaço (Sugimori et al., 1977). O JIT pode-se considerar um fator usado para alcançar o aumento dos lucros, através da completa eliminação de perdas (Shingo, 1988). *Jidoka* é uma metodologia que procura criar condições para levar à perfeição dos processos (Liker & Morgan, 2006). Esta postura procura obter reduções nos defeitos de qualidade, com recursos a ferramentas de detecção de erros, com foco acrescido no controlo visual e seguindo um sistema de trabalho completamente integrado (Shingo, 1986). Embora a automação seja inevitavelmente associada à automação, este não é um conceito restrito às máquinas, estando até mais relacionado com a autonomia (Monden, 1983).

O “*lean thinking*” pode-se considerar uma extensão do sistema de produção da Toyota e é uma das abordagens de gestão mais bem-sucedidas a nível empresarial (Pinto, 2008). Segundo Pinto (2008), o conceito *lean* generalizou-se nos anos 90, devido à revolução na indústria automóvel que se fez sentir com a criação do TPS e os seus alicerces de melhoria contínua, eliminação de desperdício, prevenção de erros, produção *pull* e o envolvimento de todos os colaboradores. A orientação para a satisfação do consumidor revelou também ser um fundamento diferenciador desta filosofia emergente. “*Lean thinking*” foi um conceito primeiramente definido no livro de 1990 de James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos. Esta obra baseia-se num estudo de cinco anos, levado a cabo pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts e foi responsável por tornar o termo “*lean*” conhecido em todo o mundo. Segundo os autores deste livro, a Toyota Motors Company foi a primeira organização a mudar o paradigma produtivo e a implementar o sistema de produção *lean*, tendo obtido resultados em termos de aumento da qualidade dos produtos e na redução de tempo e de custos. Para tal, foi necessário adotar práticas para eliminar o desperdício inerente ao sistema de produção em massa e começou-se a utilizar lotes com quantidades menores, sendo utilizados quando necessitados, ao invés de armazenar grandes quantidades. Outras mudanças pertinentes fizeram-se sentir na formação dada aos colaboradores, culminando no aumento de responsabilidades dadas aos mesmos, com vista a melhorar as atividades no posto de trabalho. Womack et al. (1990) defendem que a implementação da metodologia *lean*, para ser bem-sucedida, requer constantes comunicações entre todas as partes integrantes da organização. Com base no estudo de Garza-Reyes et al. (2012), Belekoukias et al. (2014) referem que o fabrico alicerçado no pensamento *lean* é uma aproximação a uma gestão de produção que tem como objetivo tornar as organizações mais competitivas, recorrendo a um aumento da eficiência e a uma redução de custos, conseguida através da eliminação total de processos que não acrescentam valor e que se revelam ineficientes. Qualquer sistema de produção *lean* deve ser caracterizado segundo processos de fluxo contínuo, reduzindo o tempo decorrido entre a obtenção da matéria-prima e a entrega do produto final. O fluxo de trabalho deve ser sincronizado ao máximo, para que todas as etapas do processo sejam criadoras de valor

(Garza-Reyes et al. 2012). Segundo Arunagiri & Gnanavelbabu (2014), a gestão de produção *lean* utiliza o mínimo de recursos e minimiza ao máximo os custos, tentando manter ou aumentar a qualidade e possuindo uma elevada rapidez de resposta às exigências dos consumidores. Para tal, todas as atividades que não acrescentem valor devem ser eliminadas, como processos inapropriados, transportes e movimentações desnecessárias e excesso de *stock* (McCutcheon & Meredith, 1993). Crute et al. (2003) defendem que, com a implementação da filosofia *lean*, os gestores de operações devem adotar um papel estratégico nas organizações e não apenas um papel tático. Os autores referem também o alargamento das responsabilidades, havendo uma cada vez maior importância dada aos próprios operadores dentro das organizações. As diferenças entre a produção em massa e a produção *lean* estendem-se a todos os processos da organização, e não apenas às atividades de fabricação, sendo que as mudanças aquando da implementação de *lean* sentem-se até na própria cultura da organização (Melton, 2005; Bhasin & Burcher, 2006).

Melton (2005), em jeito de sumário, elaborou uma tabela comparativa entre o modelo de produção em massa praticado na América e na Europa e o sistema de produção *lean*, emergente na indústria automóvel japonesa, com base nas diferenças sugeridas no estudo de Womack, Jones e Roos, presente no livro de 1990.

	<b>Produção em massa</b>	<b>Produção lean</b>
<b>Base</b>	Henry Ford	Toyota
<b>Colaboradores</b>	Profissionais pouco qualificados	Equipas de operadores multifacetados em todos os níveis da organização
<b>Equipamentos</b>	Dispendiosos, com uma única função	Sistemas manuais e automatizados aptos a produzir produtos de grande variedade
<b>Método de produção</b>	Grandes volumes de produtos standard	Fazer produtos de acordo com as necessidades do cliente
<b>Filosofia organizacional</b>	Hierarquia: gestão toma a responsabilidade	Distribuição de responsabilidades por toda a hierarquia da organização
<b>Filosofia</b>	Qualidade "suficiente"	Atingir a perfeição

Tabela 1: Comparação entre produção em massa e produção *lean* (adaptado de Melton, 2005)

Nas últimas duas décadas, inúmeros estudos acerca desta filosofia têm sido levados a cabo. A evolução do conceito *lean* tem sido analisada e perspetiva-se que o conceito continue a sofrer alterações, em concordância com as mudanças que se possam vir a sentir nos mercados globais. Segundo Bowersox et al. (2000), a competitividade que se sente nas organizações faz com exista uma maior necessidade de dar importância às questões valorizadas pelo cliente e, conseqüentemente, um maior foco na otimização dos processos

produtivos. Dankbaar (1997) refere que neste espaço temporal têm sido feitos esforços para alterar o *layout* das linhas de produção e para reduzir o número de componentes no local de trabalho, deixando apenas os necessários para manter as linhas operacionais, reduzindo a sua autonomia, mas tornando o fluxo mais contínuo. O autor ainda refere o aumento da importância dada às questões ergonómicas, motivado pela dificuldade de atrair e manter colaboradores jovens, causa da escassez sentida no mercado de trabalho, sendo necessário facilitar as operações para que trabalhadores mais velhos e mulheres possam desempenhar as funções sem problemas; a automatização surge também como uma possível solução. A informação acerca da filosofia *lean* está acessível em milhares de livros, artigos e *websites*. Dankbaar (1997) refere que os princípios desta filosofia, numa perspectiva produtiva, enumeram-se como economias de cooperação, logística *just-in-time*, produção com qualidade, inspeção feita a 100% com operadores multifacetados, acréscimo do fator tecnológico associado à fabricação de componentes e autonomia. Vários autores colocam o sistema de produção tradicional em comparação com o sistema de produção *lean*. Duguay et al. (1997) refere que as comparações entre os diferentes paradigmas devem ser feitas segundo quatro fatores: orientação principal, meios de melhoria, trabalhadores e fornecedores. Com base nas análises comparativas entre a produção tradicional e a produção *lean*, feitas ao longo das últimas décadas, encontram-se, na seguinte tabela, algumas diferenças técnicas complementares entre a produção tradicional e a produção segundo a filosofia *lean*.

	<b>Produção tradicional</b>	<b>Produção lean</b>
<b>Calendarização</b>	Previsão - "push"	Consumidor - "pull"
<b>Produção</b>	Stock	Ordem do consumidor
<b>Lead-time</b>	Elevado	Curto
<b>Tamanho dos lotes</b>	Grande	Baixo - fluxo contínuo
<b>Inspeção</b>	Amostras	100%
<b>Layout</b>	Funcional	Fluxo produtivo
<b>Empowerment</b>	Baixo	Elevado
<b>Renovações de stock</b>	Baixas	Elevadas
<b>Flexibilidade</b>	Baixa	Elevada
<b>Cost of goods sold</b>	Alto	Baixo

Tabela 2: Comparação entre produção tradicional e produção *lean* (adaptado de [http://www.1000ventures.com/business\\_guide/lean\\_vs\\_traditional.html](http://www.1000ventures.com/business_guide/lean_vs_traditional.html))

Segundo Crute et al. (2003), a produção é calendarizada apenas em resposta às necessidades do consumidor, contrariando a ideia de produzir para *stock*. Bhasin & Burcher (2006) analisaram os estudos de Lathin (2001) e de Nystuen (2002), concluindo que as reduções no *lead-time* dos produtos são consideráveis aquando da implementação do pensamento *lean* na gestão da produção. Ohno (1988) identifica sete tipos de desperdício: excesso de produção, atrasos e tempo de espera, transportes, excesso de *stock*, processamento inapropriado, movimentações e erros/defeitos. A existência de grandes lotes é referida como uma consequência associada aos desperdícios de superprodução e de *stock* e, segundo o autor, um dos benefícios da implementação da

filosofia *lean* é mesmo a redução do tamanho dos lotes, gerando um fluxo mais contínuo. Bhasin & Burcher (2006) referem que, para que exista uma implementação com sucesso da filosofia *lean* na gestão de produção de uma organização, deve estar presente na cultura da empresa um *empowerment* elevado. Por *empowerment* entende-se um aumento da capacidade de cada colaborador poder tomar decisões e poder participar em ações, possuindo alguma responsabilidade, desafiando em certa parte o conceito hierárquico de cima para baixo (Hines et al., 2010). Hemmant (2005) defende que a implementação desta filosofia incentiva os trabalhadores a procurar oportunidades de melhoria e sugerir alterações nos locais de trabalho e nos processos para procurar eliminar qualquer tipo de desperdício. Segundo Belekoukias et al. (2014), a alta flexibilidade associada a uma gestão baseada no pensamento *lean* está inteiramente relacionada com a existência de constantes renovações de *stock*, pois quanto menor o nível de *stock* existente na organização, mais rapidamente a mesma pode mudar a sua orientação para produzir diferentes produtos, adaptar-se a alterações na procura e ajustar-se a novas tendências de mercado. Burcher et al. (1996) referem que um dos principais componentes do conceito *lean* nas organizações é a existência de lotes de tamanho reduzido. Segundo Duguay et al. (1997), a resposta às mudanças que as organizações sentem evoluíram imenso: dantes tentavam-se controlar as mudanças e agora as empresas devem adaptar-se rápida e eficazmente às alterações, através de uma eficiente interação com o meio envolvente. A flexibilidade pode-se definir como a capacidade de atribuir ou retirar recursos produtivos de forma a responder às alterações que surgem. O custo de mercadorias vendidas (*cost of goods sold*) é, de uma forma muito simplificada, a soma das despesas levadas a cabo para produzir e armazenar um produto até que este seja expedido. Com base num sistema de produção *lean*, estes custos são reduzidos, quando em comparação com um sistema de produção em massa, devido à política de redução de custos presente neste modelo, que visa afetar todos os processos da organização (Dankbaar, 1997; Crute et al., 2003).

Segundo Levy (1997), a filosofia *lean* não se rege somente à gestão de produção de uma organização a nível interno, estando muito dependente do envolvimento dos integrantes da cadeia de abastecimento. O conceito *lean* não é exclusivamente aplicado na indústria automóvel. Crute et al. (2003) referem, com base nos estudos de Womack et al. (1990), que a filosofia *lean* pode ser aplicada com sucesso em quase todo o tipo de indústrias, podendo tornar-se no sistema de produção *standard* a nível global no século XXI. As ferramentas que tornam a gestão de produção *lean* numa poderosa metodologia para, de forma contínua, obter melhorias, inovar, aprender e adaptar às mudanças são o *kaizen*, os círculos de qualidade, a engenharia simultânea e a colaboração intensa entre fornecedores (Dankbaar, 1997). *Lean* pode também ser aplicável a organizações de todas as dimensões, com vista a tornar as empresas mais competitivas e a manter ou melhorar a sua posição nos mercados modernos (Hu et al., 2015).

Pinto (2008) enumera algumas condições para que exista sucesso na implementação da filosofia *lean* numa organização. O autor refere como fatores de sucesso na mudança do paradigma:

- O envolvimento da gestão de topo;
- A adesão ao conceito de colocar o cliente em primeiro lugar;
- A consciencialização da existência de problemas;
- A procura de oportunidades de melhoria;
- A gestão do processo de implementação com base em resultados/indicadores;

- A atenção aos desvios, tentando minimizar os mesmos;
- A remoção das causas de erros e a prevenção da sua recorrência;
- A procura pela qualidade em todos os processos existentes;
- A uniformização dos processos;
- O envolvimento de todas as pessoas.

Os benefícios da implementação *lean* são imensos e vários autores têm dedicado especial atenção à análise dos mesmos. Womack & Jones (1996) e Bhasin & Burcher (2006) referem que os benefícios resultantes da aplicação da filosofia *lean* podem-se verificar no crescimento do negócio, no aumento da produtividade, na redução do nível de *stocks*, no aumento da qualidade dos produtos e do nível de serviço prestado ao cliente, num maior envolvimento e motivação dos colaboradores, no ganho de espaço a nível do chão de fábrica, na redução da taxa de acidentes de trabalho e no aumento da flexibilidade e capacidade de resposta às alterações no meio envolvente. Segundo Melton (2005), os benefícios de “ser *lean*” são a redução dos *lead-times* para os consumidores, a redução dos *stocks*, a melhoria associada aos processos de gestão, a existência de processos mais robustos com menor desperdício e menor necessidade de retrabalho e a consequente redução de custos. Hu et al. (2015) enumeram outros fatores para além das vantagens diretas que aumentam a capacidade das organizações em se tornarem mais eficientes e eficazes na gestão das suas operações. Os autores referem que os benefícios associados à implementação da filosofia *lean* podem-se fazer sentir de forma indireta, enumerando como vantagens a integração mais próxima dos membros da cadeia de abastecimento, os benefícios que advêm da existência de uma abordagem de qualidade total e a rapidez de aprendizagem que a filosofia *lean* proporciona.

## 2.2 Princípios do pensamento lean

Melton (2005), com base na obra de Womack & Jones de 1996, refere como princípios *lean* a identificação de valor, a eliminação de desperdício e a geração de fluxo de valor para o cliente. No entanto, os próprios Womack & Jones (1996) identificam cinco princípios do pensamento *lean*: valor, cadeia de valor, fluxo, *pull* e perfeição:

- Valor – define-se como a habilidade de fornecer produtos ou serviços a fim de satisfazer as exigências do cliente. Segundo Womack et al. (1990), é o ponto de partida para a definição do pensamento *lean*. Também se pode definir como quanto o consumidor está disposto a pagar para ter um produto (Nelson-Peterson & Leppa, 2007). Rich et al. (2006) defendem que o conceito de valor se resume na capacidade da organização em dar aos clientes exatamente o que estes pretendem, de forma superior. Segundo Pinto (2009), não só os clientes esperam receber valor das organizações, mas também os colaboradores, os acionistas e os fornecedores esperam receber algum retorno, fazendo com que as organizações cada vez mais se foquem na criação de valor, de modo a satisfazer de forma simultânea todos os *stakeholders*;
- Cadeia de valor – define-se como o conjunto de todas as ações internas necessárias para projetar, desenvolver e oferecer um produto ou serviço, juntamente com a gestão de toda a informação associada ao processo de criação de valor (Pinto, 2008);

- Fluxo – define-se como a organização da cadeia de valor de forma a criar um fluxo de materiais e informação o mais contínuo possível, permitindo a fabricação de produtos ou serviços ao ritmo das exigências dos clientes (Pinto, 2008). Rich et al. (2006) sugerem que, caso o fluxo não esteja otimizado, pode haver um indesejado armazenamento de material em várias fases do processo, inflacionando o custo. O produto deve seguir a cadeia de valor sem paragens, nem retrabalho;
- Pull – o sistema *pull* define que a produção é ditada pela sinalização da necessidade do cliente final, devendo a resposta às solicitações ser dada tendo em conta a variação dos mercados. O princípio *pull* refere que o processo a montante só se leva a cabo quando o processo a jusante sinaliza uma necessidade (Nelson-Peterson & Leppa, 2007). Segundo Pinto (2008), este conceito consiste em produzir a quantidade certa, na altura certa, de forma a evitar excesso de produção e consequente excesso de *stock*.
- Perfeição – sugere atingir a otimização de todos os processos de produção, dos aspetos de negócio e das relações com os consumidores e fornecedores (Rich et al., 2006). Pinto (2008) entende por perfeição a completa eliminação do desperdício. O autor sugere que é o compromisso de procurar de forma ininterrupta a melhor maneira de criar valor mantendo, nos processos, apenas as atividades que acrescentem valor. Segundo Womack & Jones (1996), a filosofia *lean* tem como objetivo a procura incessante da melhoria.

Pinto (2009) sugere dois princípios adicionais aos cinco listados, devido a estes apenas considerarem a cadeia de valor do cliente e ignorarem de certa forma a inovação de produtos, serviços e processos como criadores de valor. Os princípios complementares colocam-se no início e no fim da sequência, respetivamente:

- Conhecer os stakeholders – significa conhecer com detalhe quem a organização serve. Segundo Pinto (2009), uma organização que apenas se concentre na satisfação do seu cliente negligenciando os interesses e necessidades das outras partes estará a colocar em causa o sucesso futuro. Outra alteração sugerida pelo autor prende-se com ter em atenção as exigências do cliente final e não apenas do próximo interveniente da cadeia de valor. “Não importa em que etapa da cadeia de valor a empresa se encontra, a sua preocupação deverá ser sempre melhor servir o cliente final” (Pinto, 2009).
- Inovar sempre – significa procurar oportunidades para inovar para, juntamente com os ciclos infundáveis de redução de desperdícios, poder criar valor para a organização, através da criação de novos produtos, novos serviços e novos processos (Pinto, 2009).

Quando se aborda o pensamento *lean*, existe um conceito adjacente que merece análise segundo esta filosofia: o conceito de desperdício. Por desperdício (ou *muda*) entendem-se todas as atividades que se realizam e não acrescentam valor. Todos os componentes do processo produtivo que não só não adicionam qualquer valor como também trazem custos acrescidos às organizações, motivados pelo excesso de custos de mão de obra, existência de *stocks*, utilização elevada e desnecessária de equipamentos e ocupação indesejada de espaços são considerados desperdício (Ohno, 1988). Segundo Pinto (2009), o *muda* torna os produtos ou serviços mais caros, impondo um preço irreal ao cliente, causado pelas atividades desnecessárias que consomem recursos e tempo,

difícultando a obtenção de vantagem competitiva no mercado. Pinto (2008) sugeriu que as atividades de trabalho podem-se subdividir em duas partes: as atividades que acrescentam valor e as atividades que não acrescentam valor; por sua vez, as atividades que não acrescentam valor também se subdividem, em atividades necessárias (que embora não acrescentem valor têm de ser realizadas) e em puro desperdício (que têm de ser obrigatoriamente eliminadas, visto serem totalmente dispensáveis). O autor ainda refere que a preocupação permanente em identificar e eliminar o *muda* e todas as fontes de desperdício é uma das principais características do pensamento *lean*.

Imai (1997) analisa a ferramenta identificativa de desperdícios 3 MU's sugerida pela gestão japonesa. *Muda*, *mura* e *muri* definem as situações onde há desequilíbrio entre a carga e a capacidade, resultando em perdas para a organização.

- *Muda* – é o desperdício. Deve ser eliminado, pois não acrescenta valor;
- *Mura* – indica variabilidade e irregularidades. É atenuado através da adoção da filosofia JIT e do sistema de produção *pull*;
- *Muri* – é o que não é racional: em excesso ou insuficiente. Pode-se eliminar através da uniformização dos postos de trabalho.

Durante o desenvolvimento do sistema de produção da Toyota, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo identificaram e dividiram os desperdícios em sete diferentes tipos, representados na figura 2.

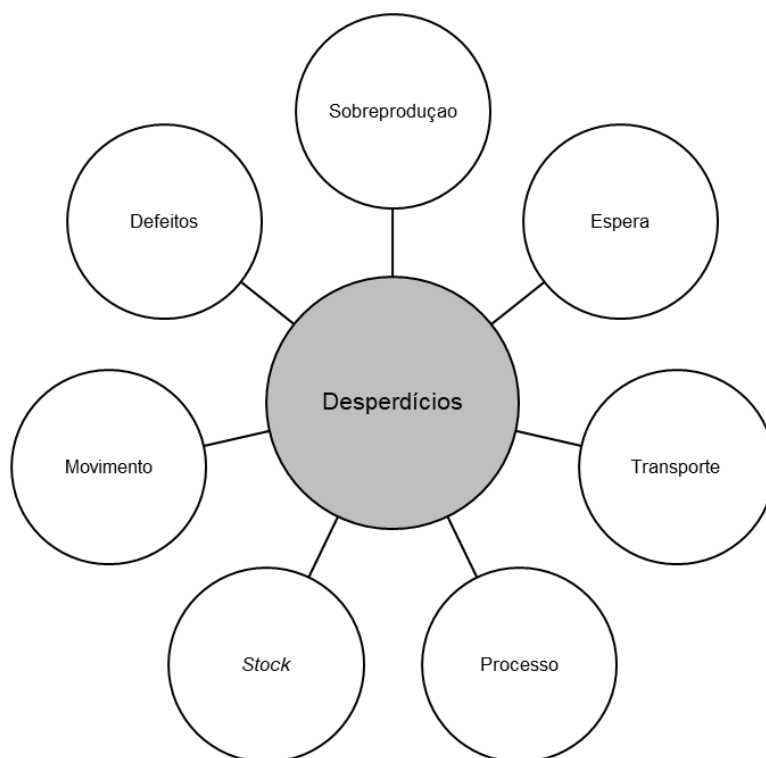


Figura 2: Os sete tipos de desperdícios (adaptado de Melton, 2005)

Vários autores estudaram esta categorização dos desperdícios ao longo das últimas décadas, esclarecendo e analisando cada componente responsável por trazer *muda* à organização. De seguida encontra-se a descrição das sete fontes originais de desperdício:

- Sobreprodução – significa produzir em excesso ou cedo demais, criando excesso de *stock* e contrariando o princípio *lean* do fluxo contínuo de materiais e informação (Hines & Taylor, 2000). Segundo Arunagiri & Gnanavelbabu (2014), para combater este grave desperdício deve-se seguir o princípio *lean* de produzir com base num sistema *pull* ou produzir apenas quando existem encomendas. Pinto (2009) ainda enumera como soluções para este problema o trabalho programado e uniformizado em toda a cadeia de valor, o balanceamento das linhas de produção e o fluxo contínuo;
- Espera – tempo que as pessoas, equipamentos, materiais e peças aguardam para seguir o processo (Molten, 2005). Segundo Arunagiri & Gnanavelbabu (2014), as principais causas deste tipo de desperdício são os atrasos no processamento, o tempo de paragem de máquinas ou do sistema e o elevado tempo de resposta. Pinto (2009) sugere outras causas como os problemas de *layout* e a existência de grandes lotes de produção. O autor refere alguns métodos *lean* para reduzir estes tempos de espera como, por exemplo, o nivelamento das operações (*heijunka*), a mudança rápida de ferramentas, a implementação de um *layout* baseado no fluxo da cadeia de valor e o balanceamento dos postos de trabalho.
- Transporte – deslocações de pessoas, materiais e informação que, segundo Melton (2005), geram pausas no processamento do produto, que é o que realmente cria valor para o consumidor. Segundo Hicks (2007), o transporte deve ser minimizado, visto que acrescenta tempo ao processo, tempo esse em que não são levadas a cabo atividades que acrescentam valor e ainda existe o risco de danificar componentes neste processo de movimentação;
- Processo – operação com base em processos inapropriados, com recurso a ferramentas, procedimentos ou sistemas impróprios (Sullivan et al., 2002). Hicks (2007) refere como principais processos que não acrescentam valor o retrabalho, o reprocessamento, os tratamentos e o processo de armazenamento. Kilpatrick (2003) refere que uma metodologia capaz de erradicar este tipo de desperdício é o mapeamento da cadeia de valor, pois ajuda na identificação dos passos que não acrescentam valor ao processo;
- Stock – armazenamento excessivo de produtos em armazém e existência de demasiado “*work-in-progress*”, impedindo e condicionando o fluxo contínuo desejado, podendo gerar atrasos de informação e de produtos (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014). Segundo Kilpatrick (2003), a existência de *stocks* elevados está inteiramente relacionada com a sobreprodução, devendo-se combater estes desperdícios com recursos às mesmas metodologias *lean*. Melton (2005) refere que este desperdício tem, de forma direta, custos elevados para a organização;
- Movimento – pode ser causado por um *layout* ineficiente, pela existência de defeitos, por processamento inadequado ou por excesso de produção, refere-se às deslocações evitáveis e desnecessárias que acontecem no ambiente produtivo da organização (Hicks, 2007). Sullivan et al. (2002) referem a questão ergonómica como um componente causador deste tipo de desperdício, alertando para a necessidade de organizar o local de trabalho;
- Defeitos – trazem retrabalho adicional, mais tempo despendido em inspeções ao produto e, caso o produto final chegue não-conforme ao cliente, pode por em causa a satisfação do consumidor (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014; Hicks, 2007). Segundo Kilpatrick (2003), os defeitos de produção são um desperdício cujas



consequências se revelam nos materiais que são consumidos, no trabalho de produzir a primeira vez, no retrabalho do produto e na possibilidade da existência de queixas dos consumidores. Pinto (2009) sugere como metodologias para eliminar estes problemas a implementação da padronização das operações e a utilização de dispositivos de detecção de erros.

Em adição a estes sete desperdícios, Womack & Jones (1996) ainda sugeriram um oitavo tipo de desperdício: má utilização do capital intelectual.

- Capital intelectual – desperdício da criatividade das pessoas, trazendo perda de ideias, competências e oportunidades de melhoria, devido à falta de envolvimento dos colaboradores (Liker, 2004). Taj & Berro (2006) referem que este tipo de desperdício ocorre quando os trabalhadores não se sentem confiantes quanto às operações que fazem nem sobre a melhor maneira de executar as tarefas. Segundo Hicks (2007), a existência deste oitavo desperdício é argumentável, visto que as consequências deste desperdício se encontram inerentes aos sete pontos previamente definidos. Kilpatrick (2003), refere que este desperdício inclui ainda a utilização insuficiente das capacidades físicas, da habilidade e da destreza. As causas mais comuns para a ocorrência deste desperdício são a inadequada cultura organizacional, a falta de formação dos colaboradores e a alta rotatividade de funcionários.

### 2.2.1 Kaizen

*Kaizen* é, indubitavelmente, um dos conceitos mais importantes para o sucesso da gestão de produção japonesa. Segundo Liker & Morgan (2006), o *kaizen* não é opcional num sistema conduzido pelo pensamento *lean*. Os autores ainda defendem que não pode existir melhoria contínua sem que existam processos uniformizados. Brunet & New (2003) referem que *kaizen* é, em termos industriais, a melhoria de todas as atividades e operações, juntando ainda a melhoria do meio envolvente. Segundo Imai (1986), este termo significa melhoria contínua e deve envolver todos os intervenientes da organização, desde a administração até aos trabalhadores. Este total envolvimento permite incutir as práticas de melhoria contínua na cultura da organização e, consequentemente, aproximar a empresa dos objetivos pretendidos com a aplicação deste conceito. O autor ainda defende que, quando incutido na cultura da organização, o *kaizen* atua como uma plataforma de suporte para as iniciativas *lean*. Bhasin & Burcher (2006) referem que *kaizen* é a procura contínua por melhorias em qualidade, custos, entrega e *design*. O *kaizen*, como uma parte estruturada de uma organização, proporciona às pessoas um envolvimento no esforço de melhoria. Este envolvimento é alcançado motivando os colaboradores a propor ideias sustentadas, que são sistematicamente implementadas e, caso sejam ideias vencedoras, será feito um reconhecimento do seu envolvimento. Desta forma, todos podem fazer parte do processo de melhoria da organização (Das et al., 2014).

Berger (1997), com base na obra de 1986 de Masaaki Imai, define e caracteriza os princípios da filosofia *kaizen*:

- Princípio 1: *kaizen* é uma filosofia orientada para o processo. Antes dos resultados serem melhorados, devem-se melhorar os processos, ao invés de proceder às alterações apenas focado no resultado final;
- Princípio 2: as melhorias duradouras só podem ser atingidas caso as inovações estejam associadas a um esforço contínuo de manutenção e até melhoramento das mesmas;
- Princípio 3: *kaizen* é uma filosofia orientada também para as pessoas. Deve envolver todos na organização e baseia-se na crença de que as pessoas querem acrescentar valor para a empresa.

Em jeito de síntese, este conceito representa um ciclo contínuo de atividades de melhoria de processos que tem como objetivo as constantes criação de valor e redução de desperdícios (Melton, 2005).

### 2.2.2 Kanban

Segundo Sohal & Naylor (1992), *kanban* é uma palavra nipónica que significa cartão ou sinal e é um sistema de aviso criado por Taiichi Ohno que se revela uma ferramenta de elevada importância na filosofia TPS/JIT, pois controla as operações e coordena o sistema *pull*. É um método baseado num sinal visual que suporta o fluxo do processo, “puxando” o produto através da cadeia de valor, com base na exigência do cliente final (pode ser a linha de montagem final), garantindo que cada estação de processamento não faz nada até que o centro de trabalho seguinte o solicite (Melton, 2005). A utilização do sistema *kanban* determina o fornecimento e a produção e é um sinal que imediatamente se propaga por toda a cadeia de abastecimento, facilitando a gestão dos *stocks* intermédios e contribuindo para a minimização dos mesmos (Roth & Franchetti, 2010).

Pinto (2008) sugere a existência de dois diferentes tipos de cartões *kanban*: de produção e de transporte. O autor esclarece que informações devem estar presentes em cada *kanban* de produção:

- Código ou referência da peça;
- Descrição ou nome de peça;
- Tamanho do lote;
- Contendor;
- Centro de trabalho;
- Data.

Acrescentando, para o *kanban* de transporte:

- Destino;
- Quantidade lançada.

Segundo Feld (2000), quando se gere um sistema *kanban* devem-se ter em atenção alguns aspetos:

- Um sinal representa autorização para iniciar uma determinada ação;
- Nenhuma tarefa deve ser realizada, sem sinal do centro de trabalho a jusante;
- Um *kanban* controla a quantidade de trabalho permitida na cadeia de valor;

- O número de *kanbans* serve como controlo da variabilidade dos *lead-times*, devido às linhas de espera serem limitadas pelo número de *kanbans*;
- É expressamente proibido passar defeitos para a próxima operação;
- Deve-se priorizar o método FIFO.

Gravel & Price (1991) e Ahmad et al. (2013) referem como principais vantagens da aplicação de sistemas *kanban*:

- Melhor compreensão dos processos;
- Aumento da produtividade
- Aumento da resposta às necessidades e exigências do cliente;
- Melhoria da comunicação/coordenação entre os *stakeholders*;
- Redução de *stock* intermédio e de WIP;
- Redução do número de defeitos;
- Redução do tamanho dos lotes;
- Redução do tempo de entrega dos componentes;

No entanto, para que existam benefícios provenientes do uso deste sistema, a organização deve reunir algumas condições, como sugerem Ritzman et al. (1984) e Huang et al. (1983). Os autores referem a importância da existência de tempos estáveis de processamento, de uma procura estável e previsível e de uma linha de produção balanceada. Pinto (2008) refere outras condições adicionais, como a elevada fluidez no escoamento dos materiais e informações ao longo da cadeia de valor, a existência de um bom *layout* das linhas de produção e a uniformização dos processos.

### 2.2.3 5S

A implementação dos 5S é uma forma de criar postos de trabalho mais eficientes, mais seguros, mais organizados e, consequentemente, mais próximos do ótimo que se pretende para a organização (Pinto, 2008). Esta ferramenta funciona como base para o fluxo produtivo, tendo como suporte o controlo visual e a *standardização* dos processos (Hirano, 2004). Segundo Al-Aomar (2011), a ferramenta 5S é um método *lean* utilizado para otimizar processos, através da limpeza do local de trabalho, da redução de desperdícios e do aumento de produtividade. Quando esta prática está enraizada no seio de uma organização, a identificação de possíveis não-conformidades nos mais diversos processos ou setores da fábrica encontra-se facilitada, sendo crucial esta determinação constante do estado da organização, para potenciar a gestão segundo a base da filosofia *lean* (Chapman, 2005).

A ferramenta 5S facilita na definição do processo, é fundamental para definir os fluxos e proceder a redefinições de *layout*, é essencial para motivar os colaboradores, revela-se decisiva na limpeza do ambiente produtivo e na redução de desperdícios e atua como medida de segurança para reduzir o número de acidentes fabris (Al-Aomar, 2011). Segundo Chapman (2005), a falta de um sistema robusto de 5S numa organização torna as outras ferramentas *lean* ineficazes. Os 5S apresentam-se como uma das ferramentas mais fortes para atingir o sucesso na implementação do *total quality management* (Ho & Fung, 1994).

Os ganhos para a organização provenientes da aplicação desta prática são mais variados do que se pode pensar numa primeira análise. Segundo Patten (2006), a implementação dos 5S pode alterar a postura dos colaboradores da empresa, tornando os postos de trabalho mais motivantes, suscitando um maior empenho dos trabalhadores e uma maior comunicação entre os diferentes postos e departamentos.

Os 5S são cinco palavras japonesas, que significam o seguinte:

1. Seiri – pode-se definir como organização. Segundo Hough (2008), é um processo de otimização, que separa tudo o que é necessário do que é dispensável, com o propósito de libertar espaço na zona de trabalho. Deve-se manter no local de trabalho apenas o que é essencial ao processo, eliminando tudo o que não é necessário para a atividade (Pinto, 2008). Os resultados da aplicação desta etapa são a diminuição dos obstáculos à produtividade: a economia de espaço, o facilitado ambiente de trabalho e a diminuição dos tempos das tarefas associadas ao posto de trabalho (Sorooshian et al, 2012). Segundo Moulding (2010), este passo tem como objetivo principal a aplicação de ferramentas para reduzir as perdas e os desperdícios associados aos diferentes processos.

2. Seiton – é definível como arrumação. O objetivo deste passo é ordenar, de forma correta, o espaço de trabalho. Devem-se definir e identificar os locais onde tudo deve estar colocado, procurando manter a organização para que seja eliminada a necessidade de procurar peças, produtos ou ferramentas (Omogbai & Salonitis, 2017). Segundo Chapman (2005), neste passo são organizados os bens de forma a minimizar a distância percorrida pelo operador e pelos materiais, estando localizados de forma clara para facilitar e tornar mais rápida a identificação dos componentes a qualquer membro da organização. Com base nos estudos de Sorooshian et al. (2012), as vantagens desta etapa são a diminuição do tempo de processo, a redução de erros e ocorrências negativas e a *standardização* que provém da colocação dos componentes sempre no mesmo local.

Segundo Gapp et al. (2008), estas duas etapas podem ser agrupadas, criando uma etapa conjunta denominada ordem, que é responsável por maximizar a eficiência e eficácia, reduzindo a carga de trabalho das pessoas e os erros humanos, através da simplificação dos processos

3. Seiso – limpeza. Sugere a manutenção do local de trabalho o mais limpo e arrumado possível. A etapa da limpeza tem associada a inspeção. Ao limpar uma área específica, deve-se ter em atenção o estado das imediações, desde o chão de fábrica às máquinas fabris, servindo este passo como base para identificação de anomalias, antes de se tornarem um problema maior (Chapman, 2005). Segundo Pinto (2008), a existência de um local limpo com uma aparência melhorada dá a imagem que ali se procura trabalhar com qualidade, aumentando os níveis de compromisso dos colaboradores. Gürel (2013) refere que esta etapa se baseia em três pressupostos: a supervisão, a inspeção e a correção e defende que a existência de um ambiente de trabalho saudável pode aumentar a qualidade do produto e reduzir os custos de manutenção e reparação da organização. Esta etapa deve ser levada a cabo por todos os integrantes da empresa, desde o diretor geral ao responsável pela limpeza (Ho, 1999).

4. Seiketsu – significa uniformização. Segundo Pinto (2008), *standardizar* sugere todos procederem do mesmo modo, seguindo as mesmas sequências dos processos e utilizando as mesmas ferramentas. O autor ainda refere a importância da documentação dos modos

operatórios para garantir a uniformização aquando da ocorrência de diversos tipos de situações. Vários autores defendem que é o passo lógico depois da aplicação dos três primeiros S's procurando, com base nos pressupostos sugeridos, criar um modelo a seguir por todos os colaboradores da organização, tentando evitar um indesejado regresso aos velhos hábitos. Moulding (2010) sugere que o propósito deste passo é controlar as diversas variáveis associadas aos diferentes processos. A inovação e a gestão visual são fulcrais para a aplicação e manutenção das condições sugeridas pelos três S's anteriormente incutidos, funcionando como ferramentas para proceder de forma rápida perante qualquer tipo de conflito (Ho, 1999). Segundo Sorooshian et al. (2012), a uniformização traz uma maior eficiência dos processos, um aumento nas quantidades produzidas e uma redução de custos de manutenção, juntamente com uma melhoria do aspeto do local de trabalho e da própria imagem da organização.

5. Shitsuke – indica disciplina. Para Al-Aomar (2011) e Omogbai & Salonitis (2017), pode-se definir como a criação de um hábito de melhoria contínua nos processos, controlo dos métodos de trabalho e integração permanente da política dos 5S na cultura da organização. Segundo Shil (2009), este passo da implementação dos 5S é analisado principalmente em termos de autodisciplina, devendo ser incutido nos integrantes da empresa a obrigação de seguirem as políticas adotadas. Cada colaborador é responsável pela continuidade da política dos 5S numa organização. Para que os trabalhadores da organização tenham incutidos os princípios da autodisciplina, deve-se primeiro ter um ambiente de trabalho propício para aprendizagem e desenvolvimento (Patten, 2006). Para Chapman (2005), nesta fase são tomadas medidas para garantir que a política dos 5S desenvolve raízes na organização e se assume na forma natural de levar a cabo os processos. O envolvimento é fundamental para o sucesso desta implementação, devendo este envolvimento ser de todos os níveis da estrutura da empresa. Segundo Osada (1991), o treino e a formação são fulcrais neste processo, conduzindo a um aumento significativo da qualidade de trabalho e dos pressupostos associados, como a segurança e a produtividade. Ho (1999) define disciplina como a introdução na organização da capacidade de fazer as coisas da maneira mais correta possível, tendo presentes nos locais de trabalho os melhores hábitos e regras definidas que devem ser respeitadas por todas as partes integrantes. Devem existir incentivos à aplicação desta política e o acompanhamento dos responsáveis pela gestão da organização é essencial para o sucesso da mesma (Al-Aomar, 2011).

#### **2.2.4 Gestão visual**

Segundo Greif (1991), a gestão visual é um meio de fazer a informação fluir rápida e eficazmente dentro de uma organização, contribuindo para um aumento da autonomia dos operadores e uma redução de erros, o que melhora o ambiente de trabalho e aproxima a estratégia da organização dos seus objetivos. São sinais que fornecem um entendimento rápido e facilmente compreensível de uma condição ou situação, permitindo que qualquer pessoa que entre num local de trabalho consiga perceber, em pouco tempo, o estado da produção, se há atrasos, como está o fluxo, os níveis de *stock* e a utilização de recursos (Kilpatrick, 2003; Liker & Morgan, 2006). São ferramentas que ajudam a conduzir operações e processos em tempo real (Parry & Turner, 2006). Melton (2005) defende que a gestão visual é, principalmente, um método medidor da performance obtida no chão de fábrica e Gunasekaran & Lyu (1997) sugerem que este conceito é uma forma de gestão

baseada apenas em estímulos visuais, que preza pela simplicidade e que contém somente informação que acrescenta valor para o processo, apresentando o progresso do sistema. Womack & Jones (1996) referem que o principal benefício da implementação deste sistema é o fato de qualquer pessoa envolvida em qualquer operação da organização poder compreender, perfeitamente e a qualquer altura, o estado atual dos processos, sabendo ainda quando se deve proceder a ajustes. A gestão visual torna fácil a deteção e a compreensão de qualquer variância entre a performance atual e a esperada (Emmitt et al., 2012).

Segundo Bilalis (2002), as melhores ferramentas visuais para controlar informação são as representações gráficas, imagens, posters, esquemas, símbolos e códigos de cores. Estes controlos devem ser eficientes e geridos pelos operadores e Kilpatrick (2003) acrescenta a importância dos cartões *kanban* e das marcações ao solo, limitando as zonas de produção e os locais destinados para cada operação e para a colocação das plataformas de abastecimento. Parry & Turner (2006) sugerem outras ferramentas visuais baseadas nos indicadores de estado que, tal a clareza de exposição e a facilidade de compreensão, ajudam a executar um processo, como os quadros *andon* (quadros iluminados que fornecem informações sobre o estado atual da produção, qual o nível de cumprimento do plano de fabricação e mostra os possíveis problemas emergentes). Pinto (2008) ainda acrescenta como exemplos típicos de ferramentas de gestão visual os sinais sonoros e a utilização de etiquetas.

### **2.2.5 Standard work**

*Standardizar*, uniformizar, normalizar ou padronizar é um dos aspetos mais importantes da filosofia TPS e “significa fazerem todos do mesmo modo, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e as mesmas ferramentas” (Pinto, 2008). Das et al. (2014) referem que o trabalho uniformizado e estável é absolutamente essencial para qualquer organização que queira operar segundo a filosofia de gestão de produção de *lean* e Imai (1986) defende que é impossível a existência de melhorias se não existirem processos padronizados. Segundo Gunasekaran & Lyu (1997), uniformização é a integração eficiente de recursos humanos, máquinas e materiais, com vista a tornar *standard* os processos e os fluxos de material da organização. Os autores defendem que a padronização do trabalho é uma ferramenta indispensável caso a organização queira obter os melhores resultados, sem que existam desperdícios de recursos, nos processos de implementação do sistema *just-in-time* e na manutenção de qualquer projeto de melhoria. Berger (1997) sugere que a *standardização* pode-se dividir na especificação da chegada de materiais e informações ao processo de produção e na definição dos procedimentos para os próprios processos produtivos. O autor defende que o “*standard work*” é a ferramenta básica para a melhoria contínua e sugere três principais características adjacentes ao processo de uniformização: responsabilidade, aprendizagem com base em experiência e comunicações entre os colaboradores da organização e disciplina.

O processo de uniformização deve estar documentado para garantir que todos os intervenientes seguem o procedimento da mesma forma, dando aos operadores a capacidade para responder a qualquer situação (Pinto, 2008). Todas as operações devem possuir um documento do tipo *Standard Operating Procedures* (SOP). Um SOP é um documento que descreve detalhadamente como um operador deve proceder para levar a cabo as tarefas que lhe são atribuídas num determinado posto (Treville et al. 2005).

Segundo Edelson & Bennett (1998), os SOPs incluem o propósito da operação, os equipamentos e materiais necessários, como executar a configuração e as operações necessárias (os passos do processo e as sequências de trabalho), como fazer a manutenção, uma descrição das questões de segurança, como solucionar os problemas mais comuns, ilustrações e *checklists*.

A *standardização* permite a redução de desvios e o aumento da previsibilidade dos processos que, conseqüentemente, tornam mais o facilitado controlo dos mesmos, garantindo a consistência das operações, produtos e serviços (Bowen & Youngdahl, 1998). Niepce & Molleman (1996) sugerem que as tarefas associadas a uma linha de montagem podem ser feitas de forma mais eficiente caso os métodos de trabalho e o próprio local de trabalho sejam alvos de uniformização. Gunasekaran & Lyu (1997) analisaram um processo de *standardização* numa empresa pequena e concluíram que houve reduções significativas associadas a dois dos principais desperdícios identificados pela filosofia *lean*: a sobreprodução e os elevados tempos de espera.

## **2.3 Logística lean**

Segundo Baudin (2005), a logística *lean* é uma dimensão do pensamento *lean* aplicado à indústria, mas que se encontra recheada de conceitos logísticos, que se consideram *lean* devido à sua partilha de ideais com a filosofia de gestão de produção, apenas diferindo no contexto de aplicação da mesma. O pensamento *lean* associado à logística pode ser descrito como uma forma de identificar e eliminar as atividades não-acrescentadoras de valor da cadeia de abastecimento, de forma a aumentar o fluxo e a velocidade de produção. Segundo Jones et al. (2001), a logística *lean* tem como fundamentos a filosofia que surgiu do sistema de produção da Toyota e estende esta ideologia a toda a cadeia de abastecimento, desde a extração das matérias-primas até à chegada ao consumidor. “Para uma empresa ser capaz de implementar logística *lean*, tem de ter reconhecido previamente a importância do pensamento *lean*” (Jones et al., 2001). Segundo Moyano-Fuentes & Sacristán-Díaz (2012), a criação de valor acrescentado, a eliminação de atividades com desperdício e o desejo de reduzir o *stock* são abordagens *lean* que devem ser aplicadas à logística. Outra designação de logística *lean* é sugerida por Wu (2002): a habilidade de definir e administrar sistemas capazes de controlar todos os movimentos ao menor custo possível.

### **2.3.1 Supermercado**

Emde & Boysen (2012) definem supermercado logístico como uma estratégia utilizada para alimentar, de forma flexível, pequenos lotes de componentes às linhas de fabricação, mantendo um baixo custo. Segundo os autores, este conceito tornou-se generalizado, principalmente na indústria automóvel, devido à necessidade da logística interna das organizações ter de abastecer as linhas de produção com os componentes necessários, em grande variedade e quantidade. Um supermercado logístico é uma área de armazenamento descentralizada, que é abastecida com grandes quantidades provenientes do armazém central e onde o comboio logístico é carregado com componentes que, de seguida, serão levados às estações de trabalho, em quantidades consideravelmente menores (Battini et al., 2012). Segundo estes autores, o conceito de supermercado

logístico permite uma confiável e flexível entrega de componentes de pequenas dimensões às linhas de produção, com base nos princípios da filosofia *just-in-time*. Alnahhal & Noche, (2015) referem que, para um supermercado, podem ser usados vários comboios logísticos e que as principais questões problemáticas que ocorrem aquando da implementação deste tipo de sistema são a localização, as rotas do comboio logístico, a calendarização e o *picking*.

Segundo Emde & Boysen (2012), os principais benefícios da utilização dos sistemas de supermercado são a redução do tempo de entrega às linhas de fabricação, devido à proximidade associada e a mais rápida rotação de *stock* devido à entrega de componentes apenas quando são necessários. Coimbra (2013) refere ainda que um supermercado deve possuir uma localização fixa para cada artigo, deve estar corretamente dimensionado e deve respeitar as condições ergonómicas.

### 2.3.2 Mizusumashi

O sistema *milk-run* é um método logístico em que é enviado um transportador que, num intervalo de tempo específico, visita vários locais, seguindo uma rota predefinida (Nemoto et al., 2010). Baudin (2005) sugere, como definição, que o sistema *milk-run* é uma rede de transportes em que todos os requisitos de material por parte de várias estações são supridos por um veículo que passa por todos esses locais e circula segundo uma calendarização e rota predefinidas. Segundo Sadjadi et al. (2009), um sistema *milk-run* tem de ter definida a rota, a calendarização e o tipo e número de componentes a transportar. Baudin (2005), citado por Brar e Saini (2011) refere que o conceito de *milk-run* é frequentemente aplicado na logística interna das organizações, para transportar matérias-primas e produtos acabados entre estações de trabalho e locais de armazenamento. Kovács (2010) também refere a existência deste sistema no contexto de transporte de componentes desde o armazém até às zonas produtivas. O funcionamento deste sistema aplicado à logística interna é semelhante: no armazém, procede-se ao *picking* dos componentes e consequente carregamento dos mesmos em pequenas plataformas rolantes atreladas ao comboio logístico que de seguida inicia a circulação pelos locais definidos (Kovács, 2010).

A alocação do conceito de *milk-run* à logística interna gera o termo *mizusumashi*. “Um *mizusumashi* é um transportador de materiais que entrega, usando sistemas *kanban*, apenas os itens necessários, nas quantidades necessárias, no tempo necessário, ou seja, *just-in-time*” (Ichikawa, 2009). Por *mizusumashi* pode-se entender um operador de abastecimento interno que fornece materiais a diversas estações de trabalho, utilizando um comboio logístico (Pinto, 2008). O operador logístico além de responsável pela reposição dos bordos de linha, também organiza o supermercado e gere os fluxos de informação associada aos componentes que abastece.

Segundo Nomura & Takakuwa (2006), a utilização do *mizusumashi* é uma das melhores maneiras de produzir com base na filosofia *just-in-time*, devido às cíclicas e recorrentes movimentações dos operadores logísticos entre o armazém e as zonas de fabricação, que culminam na entrega das quantidades necessárias às linhas de produção quando é necessário, a passo que Ichikawa (2009) defende que a utilização de um



*mizusumashi* para distribuir componentes traz excelentes resultados no que toca à taxa de produtividade das células de fabrico.

### **2.3.3 Picking**

*Picking* é o processo de recolha de componentes localizados no armazém para satisfazer as ordens do consumidor (por consumidor, pode-se entender as linhas de montagem, que necessitam de componentes para montar) e é considerado um processo que representa muitos custos para a organização, devendo ser melhorada a eficiência associada (Petersen & Aase, 2004). De Koster et al. (2007) referem que o processo de *picking* é a principal atividade que ocorre nos armazéns das organizações e define-se, de forma muito sucinta, pelo método usado para obter a quantia certa dos produtos certos. Segundo Dallari et al. (2008), a atividade de *picking* está a tomar um papel cada vez mais crucial na gestão da cadeia de abastecimento, no que toca ao ponto de vista do sistema de produção. Os autores defendem que se devem alocar os componentes em armazém em localizações que facilitem o processo de *picking*, com vista a reduzir os movimentos do operador e a equilibrar a sua carga de trabalho. Frazelle (2002) analisa a escolha entre sistemas de *picking* automáticos e manuais, concluindo que a maioria dos armazéns descarta a automatização. Raiyani & Kumar (2006) referem que existe uma diferença entre processo de *picking* totalmente manual e processo de *picking* manual utilizando o sistema de leitura de código de barras, em que o operador utiliza um scanner para ler cada componente de forma a atualizar o sistema de gestão de que esse produto foi retirado do armazém.

Dallari et al. (2008) sugerem que os produtos com uma procura significativa devem ser colocados em prateleiras que funcionam sobre o princípio da gravidade (prateleiras inclinadas que, quando se remove uma paleta, outra paleta toma o local da que foi removida) e os produtos com menor procura devem ser colocados em estantes normais. Brynzer & Johnsson (1995) sumariaram os fatores que afetam a performance do sistema de *picking*, identificando a sequência em que os componentes devem ser recolhidos, a localização das peças, o *layout* da zona de *picking* e a forma como está dividida a zona de *picking*.

### **2.3.4 Bordo de linha**

O bordo de linha é o local onde é feita a interação entre a logística e a produção. Segundo Battini et al. (2013), a apresentação do bordo de linha define a forma como um conjunto de peças é colocado na linha de produção, devendo ser orientada para o bom funcionamento da estação de trabalho. Boysen et al. (2014) referem que os componentes entregues por algum veículo de transporte precisam de ser colocados num local de armazenamento adequado, perto da linha de montagem. Os autores sugerem ainda que, para pequenas embalagens, devem-se utilizar estantes que funcionam pela ação da gravidade (abastecidas de um lado pelo operador logístico e retiradas do outro lado pelo operador da linha de produção). Segundo Finnsgård et al. (2011), a utilização deste tipo de estantes traz vantagens ao operador da linha de produção, em termos ergonómicos e em termos de tempo despendido na tarefa de recolha dos componentes.

Um bordo de linha é então um conjunto de plataformas de abastecimento que contêm todos os componentes necessários para maquinar e montar o produto final. Estes locais de armazenamento na linha encontram-se alocados numa área estratégica, de modo a tornar fluidos os processos de abastecimento e de consumo de peças.

Segundo Coimbra (2009), um bordo de linha deve obedecer aos seguintes critérios:

- A localização dos componentes deve facilitar o processo de abastecimento por parte do operador logístico;
- A localização das plataformas de abastecimento deve minimizar os movimentos de recolha dos componentes por parte dos operadores;
- O tempo necessário para fazer uma mudança no tipo de produto em fabrico deve ser aproximadamente nulo;
- A decisão de reabastecer e/ou repor componentes deve ser intuitiva e instantânea.

### 3 Apresentação da empresa

#### 3.1 Groupe Renault

A Renault S.A. foi fundada em França, no ano de 1898, incorporando-se na indústria automóvel. Atualmente é um grupo multinacional que conta com cerca de 120 000 colaboradores em 36 países e com um volume total de vendas a ultrapassar os 2,8 milhões de veículos em 125 países. Este grupo construtor automóvel dispõe ainda de cerca de 12 000 postos de venda no mundo.

No ano de 1999, foi criada uma aliança estratégica entre a Renault e a Nissan, com o objetivo de melhorar as suas performances e colocar estas duas grandes multinacionais numa posição de elite à escala global. O grupo Renault-Nissan é considerado o quarto maior grupo do mundo na indústria automóvel. Esta parceria, além de trazer benefícios ao nível de partilha de ideias de inovação e de expansão nos diferentes mercados, veio revolucionar a forma como a Renault age enquanto empresa. Surgiu, através desta parceria, a *Alliance Production Way* (APW) que veio substituir o Sistema de Produção Renault (SPR), expandindo-se a todos os seus locais de produção espalhados pelo globo, por forma a tornar *standard* os procedimentos em todas as fábricas do grupo. Estima-se que, no ano de 2017, mais de 430 000 pessoas trabalhem para a aliança Renault-Nissan.

O Grupo Renault divide o seu volume de vendas por três marcas: Renault, considerada a marca francesa número um no mundo; Dacia, a marca número um em Marrocos, Roménia e Bulgária e ainda a Renault Samsung Motors, sediada na Coreia do Sul. A aliança Renault-Nissan conta com oito marcas: Renault, Dacia, Renault Samsung Motors, Nissan, Infiniti, Datsun, Venucia e Lada. Existem ainda parcerias estratégicas com a empresa alemã Daimler, a empresa líder automóvel russa Avtovaz, a Mitsubishi (Japão) e a Dongfeng (China), que estenderam as suas parcerias já existentes com a Nissan ao grupo Renault-Nissan. Existem 33 locais de produção Renault espalhados por 15 países, sendo cada fábrica responsável juridicamente. No entanto, em todas as fábricas Renault existe um compromisso igual para com a performance, a qualidade de produção, o respeito pelos princípios de desenvolvimento sustentável e a aplicação dos ideais presentes no sistema de produção adotado pela aliança.



Figura 3: Zonas industriais do Grupo Renault

### 3.2 Renault CACIA

A Renault CACIA é uma das 33 zonas industriais do Grupo Renault e está sediada em Cacia, desde 1981. Esta produz atualmente caixas de velocidade e vários componentes mecânicos, como bombas de óleo e árvores de equilibragem. A totalidade da produção destina-se a fábricas Renault e Nissan. Nos últimos anos foram instaladas novas linhas de produção de componentes em alumínio para os motores e a mais recente implementação foi a linha que fabrica bombas de óleo de cilindrada variável, datando de 2012.

A fábrica trabalha 24 horas por dia, 7 dias por semana e tem uma área total de cerca de 300 000m<sup>2</sup>, tendo produzido até ao momento mais de 10 000 000 de caixas de velocidade e mais de 37 000 000 de bombas de óleo, tornando-a na detentora do monopólio da produção dos seus principais produtos para o grupo Renault-Nissan. Cada viatura do Grupo Renault possui pelo menos uma peça feita na fábrica de Cacia e os clientes são as fábricas da Aliança, espalhadas por todo o mundo, estando as principais sediadas em Espanha, França, Grã-Bretanha, Marrocos, África do Sul, Roménia, Rússia, Irão, Índia e Tailândia.



Figura 4: Vista aérea da fábrica de Cacia

Os princípios fundamentais da unidade fabril de Cacia são a segurança, a qualidade, a ética, as responsabilidades social e ambiental, a participação dos colaboradores e o respeito pela *Alliance Production Way*.

#### 3.2.1 Organigrama

O diretor da CACIA é o responsável hierárquico máximo das operações da organização. No entanto, cada departamento tem um considerável nível de independência associado, possuindo um diretor afeto. Todos os departamentos procuram operar de forma integrada, com constante comunicação e com base nos ideais sugeridos pelo APW, presentes na cultura de todo o Grupo. Os departamentos que mais interagiram ao longo deste projeto foram o departamento de logística industrial, o departamento de engenharia e o departamento de fabricação, mais propriamente o setor CM. A organização da estrutura da empresa de Cacia pode-se observar na figura 5.

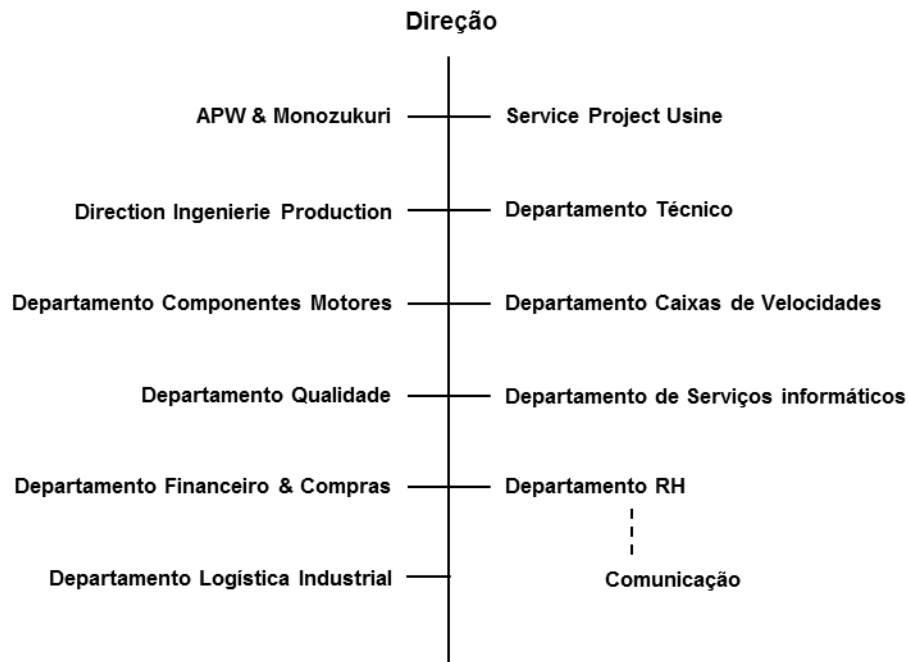


Figura 5: Organograma da CACIA

### 3.2.2 Departamento de Logística Industrial

O projeto incorporou-se no DLI, mais propriamente no serviço de armazéns/projetos & progresso. O DLI enquadra-se na categoria de departamentos de suporte e subdivide-se em três diferentes áreas, denominadas no Grupo Renault de *ateliers*, sendo que existe também um responsável pela gestão e supervisão de todas as atividades inerentes a cada área, denominado *chef de atelier*.

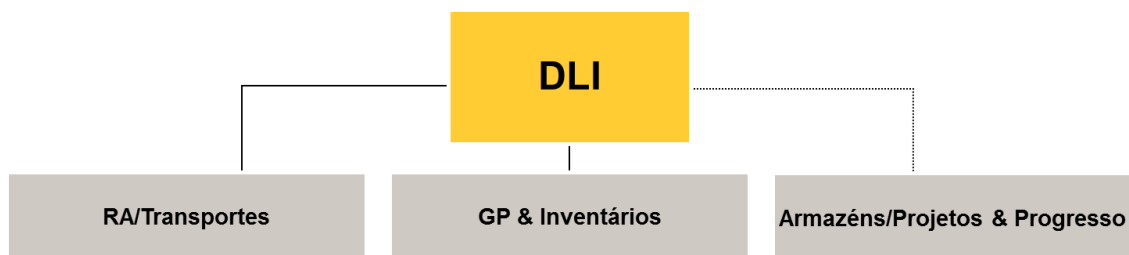


Figura 6: Organização do Departamento de Logística Industrial

A receção administrativa é responsável pelo controlo do transporte dos produtos desde o fornecedor até à chegada dos produtos à empresa, pela colocação das peças adquiridas nos armazéns da fábrica e pela expedição do produto acabado. Os técnicos de gestão de produção e de inventários gerem a produção e as cadências de cada linha de fabricação da organização. Planeiam e controlam toda a produção da fábrica e interagem diretamente com as necessidades dos diversos compradores. Também é responsabilidade dos mesmos efetuar as compras dos produtos de origem externa e peças em bruto e ainda gerir todo o *stock* existente na fábrica. A área dos armazéns/projetos & progresso incorpora a qualidade e os abastecimentos. É, de um modo geral, responsável pelo abastecimento de todas as linhas de maquinaria e montagem da empresa e é o principal *atelier* da fábrica

a nível de recursos humanos, possuindo mais de 80 colaboradores. Também é responsável pelo controlo dos armazéns da fábrica e a área dos projetos & progresso desenvolve novas metodologias e trabalha diretamente com os departamentos de engenharia e produção para implementar e melhorar processos inerentes aos abastecimentos. As três áreas do DLI funcionam como um todo e boas sincronização e comunicação são fundamentais para o sucesso do departamento. Um técnico alocado a um *atelier* tem de conhecer vários processos e modos de funcionamento de outros *ateliers*, o que torna o projeto no DLI algo tão aliciante.

### 3.2.3 Alliance Production Way

O Sistema de Produção Renault encontrava-se em vigor na unidade de Cacia desde 2002 e o seu propósito principal era o de uniformizar e padronizar todas as fábricas do grupo, a nível de fabrico, de qualidade, de performance e de respeito pelos princípios. Devido à aliança entre a Renault e a Nissan, o que era denominado SPR, tornou-se *Alliance Production Way*, quando os responsáveis da aliança decidiram unir forças e aumentar o nível de cooperação entre os grupos empresariais, em 2015. O objetivo do sistema de produção da aliança é melhorar a rentabilidade e a competitividade da empresa de modo sustentável e construir o melhor sistema de produção. O APW caracteriza-se por duas ações permanentes que conduzem todas as atividades com foco nas necessidades dos clientes: a sincronização permanente e a identificação permanente dos problemas seguida da aplicação de soluções robustas.

Os princípios fundamentais do APW são a valorização dos homens e a consciência ambiental e procura proporcionar um ambiente de trabalho onde cada colaborador possa trabalhar em segurança e com eficácia. Estes princípios são extensíveis a todas as organizações da aliança Renault-Nissan e a fábrica de Cacia é um dos bons exemplos da boa aplicação deste sistema de produção.

### 3.2.4 Estrutura e etapas de produção da CACIA

O departamento de produção é responsável pelos cinco *ateliers* produtivos: AT1 (peça negra e peça branca), AT2 (eixos e cárteres), AT3 (tampa da culassa, cárter de distribuição, chapéu, BSE e bombas de óleo), AT4 (tambor, árvore de equilibragem e coletor) e AT5 (montagem de caixas de velocidades) e depende inteiramente das funções associadas aos departamentos de suporte, maioritariamente do departamento de logística que controla e programa as atividades de fabricação. O departamento de qualidade garante a conformidade dos produtos, o departamento de manutenção gere os recursos de produção, o departamento de engenharia é responsável pela evolução e desenvolvimento dos processos de fabrico e os departamentos de performance acompanham a aplicação de *standards*, métodos e ferramentas de produção para atingir a excelência. Cada *atelier* subdivide-se em unidades elementares de trabalho, que são vulgarmente chamadas de “linhas de produção” e em cada UET existem postos de trabalho, que é onde se realizam as operações de fabrico. A célula técnica é caracterizada pelas funções de apoio e suporte ao *atelier*, nos mais variados âmbitos relacionados ao fabrico, como qualidade, progresso e fiabilidade.

Segundo o manual da Renault CACIA (Fábrica Renault CACIA, 2014), são sete as principais etapas de produção da fábrica:

- Entrega das peças em bruto: peças que provêm das fundições e que sofrerão transformações ao longo do processo produtivo;
- Maquinação: consiste em dar as características definitivas às peças, devido à operação das máquinas e ferramentas produtivas altamente automatizadas;
- Tratamento térmico e retificação: as peças maquinadas sofrem alterações ao passar por fornos, para melhorar as suas características, segundo ciclos de aquecimento e arrefecimento e consequente retificação para fazer desaparecer os possíveis defeitos;
- Entrega peças fornecedores: chegada às linhas de montagem das peças compradas a fornecedores externos e das peças maquinadas. Os POEs chegam à fábrica por camião e cabe aos responsáveis pelos abastecimentos fazer as peças chegar às linhas de montagem no local e momento certos;
- Montagem: cada tipo de órgão é montado numa linha de montagem específica antes de receber os seus últimos acessórios;
- Banco de ensaios: os órgãos são controlados para garantir a sua conformidade e qualidade;
- Entrega: os órgãos são entregues por barco ou camião para as fábricas de montagem de carroçaria do Grupo Renault-Nissan.

### 3.2.5 Produtos

A Renault CACIA é a principal produtora de caixas de velocidades do grupo a nível mundial. Produzem-se dois tipos de caixas de velocidades no setor CV da empresa sediada em Cacia: as caixas de 5 velocidades, da família JR e as caixas de 6 velocidades, da família ND. Ainda no setor CV, a fábrica produz outros componentes, como cárteres de embraiagem e de mecanismo, árvores primárias e secundárias, carretos e caixas diferenciais.

No setor CM, produzem-se bombas de óleo, árvores de equilibragem, tambores, cárteres de distribuição, cárteres intermédios, tampas da culassa e apoios de cambota.



Figura 7: Caixa JR



Figura 8: Bombas de óleo

Todos os automóveis da marca Renault possuem pelo menos um produto produzido na fábrica de Cacia e a totalidade dos produtos feitos na empresa é exportada para as fábricas do Grupo, sendo incorporados nos automóveis das mais diversas marcas pertencentes a esta aliança.



## 4 O projeto

### 4.1 Problema

O problema em foco ao longo deste documento foi o abastecimento dos produtos de origem externa às linhas de montagem dos componentes mecânicos.

A logística interna da fábrica tem dois armazéns associados: o armazém com as peças para o setor CV e o armazém que será o alvo deste projeto, o vulgarmente denominado armazém dos motores, que incorpora as peças utilizadas no setor CM. É da responsabilidade do serviço de armazéns o abastecimento de produtos em bruto e de POEs e a movimentação de contentores vazios, de maquinados, de alguns produtos intermédios e de produto acabado, a nível interno. No entanto, este projeto apenas se foca no abastecimento dos POEs que, aquando do início deste projeto, era o processo com mais falhas e menor rendimento operacional, tal a dimensão e a complexidade associadas. O local de ação será o edifício CM e o armazém correspondente, representando uma área total de cerca de 21 600m<sup>2</sup> e possuindo um total de 12 UETs para abastecer POEs. Este setor está inserido no departamento de produção e engloba dois *ateliers*, o AT3 e o AT4. A cooperação constante entre os diversos departamentos de suporte à produção é crucial para otimizar os processos associados à produção da fábrica e as práticas adotadas por cada departamento, ainda que independente, têm o mesmo fim comum: aumentar os níveis de produtividade, diminuir custos e recursos utilizados e trabalhar com base nos princípios do APW.

A figura 9 mostra a divisão por *ateliers* do setor CM: a vermelho encontram-se as UETs pertencentes ao AT3 e a amarelo as linhas de montagem que englobam o AT4. A verde está representada a área correspondente ao armazém de POEs referentes às linhas de montagem do setor dos componentes mecânicos.

Pretende-se definir as voltas de abastecimento às 12 UETs com base no sistema *mizusumashi*, em que um operador logístico utiliza um comboio logístico, denominado de *charlatte*, atrelando bases rolantes ou contentores colocados sobre base rolante. As voltas de abastecimento serão planeadas consoante as necessidades, em voltas de 4 em 4 horas ou a cada 8 horas.

A complexidade do problema em questão é elevada, devido à quantidade de componentes que é necessário abastecer, ao constante aumento das necessidades produtivas para satisfazer os clientes e ao consequente incremento das cadências das linhas de montagem. Trata-se de uma fábrica pertencente a um grupo de renome

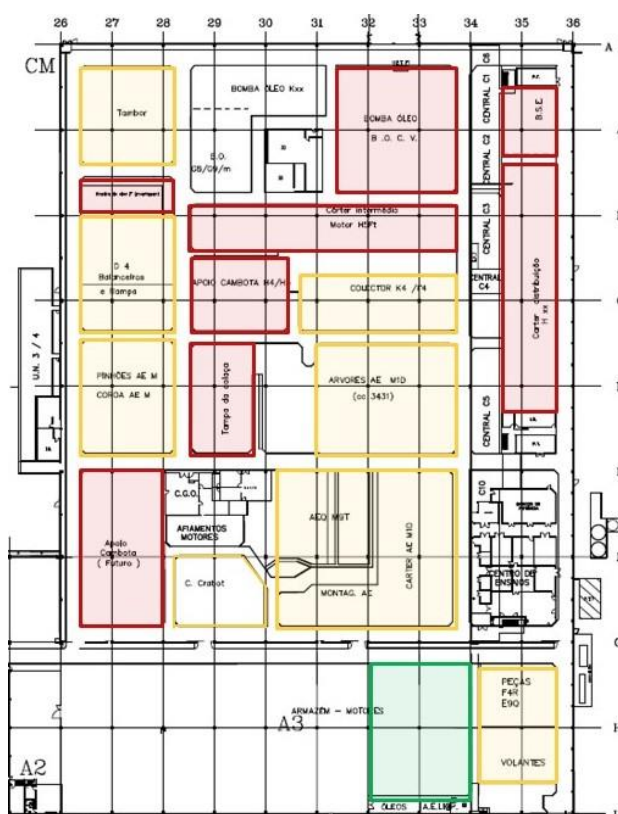


Figura 9: Local de ação do projeto

internacional, com grandes responsabilidades e com prazos de entrega muitas vezes apertados e rigorosos, sendo que qualquer falha no abastecimento pode gerar implicações com elevado grau de significância para os interesses da organização. A variável tempo assume um papel fundamental no processo em análise, mas também devem ser consideradas e examinadas outras questões que possam surtir efeitos no correto cumprimento do abastecimento dos POEs às linhas de montagem, através de uma análise, detalhada e pormenorizada, de todas as etapas constituintes, recursos utilizados e meios intervenientes no processo. Caso existam melhorias no processo referido, a organização terá uma redução dos tempos de ciclo dos operadores logísticos associados a este posto, como também terá retornos financeiros, obtidos devido à possível libertação de tempo livre para os operadores dedicarem a outras atividades que acrescentem valor, à eliminação de custos associados, à existência excessiva de *stocks* em armazém, e ainda será facilitado o trabalho dos gestores de produção, devido a um melhor e mais rigoroso controlo dos níveis de *stock* e consequente maior precisão associada ao processo de compra aos fornecedores. No entanto, o principal e mais importante fim ao qual se pretende chegar é o de nunca deixar, em circunstância alguma, qualquer linha de montagem parar por falta de peças. O serviço de armazéns não pode ser responsável por qualquer quebra de produção numa linha devido a uma falha no abastecimento e o desenvolvimento deste projeto procurou reduzir até ao ínfimo a probabilidade deste tipo de falhas ocorrer, num posto que, entre os 22 postos associados ao serviço de armazém, era considerado o mais problemático e aquele que mais necessitava de alterações. Outro fator que se pretende alterar é a redução da quantidade de ocorrências por parte dos operadores logísticos. No ano de 2016, o serviço de armazém estimou um valor de acidentes envolvendo peças a rondar os 80, muitas das vezes danificando as mesmas, de forma definitiva. Mais uma vez, também o posto dos POEs do AT3/4 era o principal responsável pelo mau resultado do indicador. Com vista a reduzir este indicador, pretende-se alterar o modo de transporte de alguns componentes, melhorar o acondicionamento das cargas, alterar questões ergonómicas e localizações das peças a abastecer, reduzir o número de bases atreladas ao *charlatte*, e redefinir os percursos.

Todas as implementações levadas a cabo ao longo deste projeto foram financiadas pela organização, tendo a maioria das decisões sido tomadas diretamente com o chefe de *atelier* e o diretor do departamento. Para avançar com o projeto, teve que ser demonstrada a viabilidade do mesmo, de forma a obter o investimento necessário, do qual se espera obter o retorno a médio-prazo. Todas as aquisições foram suportadas pelo departamento de compras e os custos foram suportados pelos centros de custos associados a três distintos departamentos: logística, produção e engenharia.

## 4.2 Objetivos

Aquando do término do estágio, esperam-se ver melhorias implementadas no que toca à reorganização e alteração das localizações no armazém, com vista a tornar o processo de *picking* mais fluido, simples e intuitivo e espera-se que os pontos de abastecimento das linhas de montagem do setor CM sejam alvo de correções, alterando os locais, ou fazendo algumas modificações a nível de bordo de linha para simplificar o processo de abastecimento. Devem-se refazer as sequências dos processos, desde a ordem de *picking* em armazém até à ordem de abastecimento nas linhas, redefinindo circuitos, horários, cadências e necessidades das UETs. A Renault CACIA tem em mãos um projeto chamado

“zero empilhadores” para colocar em prática nos setores CV e CM, procurando utilizar apenas *charlattes* e AGVs para controlar e gerir todos os fluxos nos setores de fabricação. Futuramente, pretende-se utilizar somente AGVs para todos os fluxos nas zonas produtivas, acabando também com o uso de *charlattes*.

É imperativo procurar ganhos de espaço nas zonas de armazenamento, nos circuitos por onde passa o abastecedor e nos locais UET onde se colocam os POEs, para tornar o processo mais rápido e facilitado. Alterações terão de ser feitas no que toca aos circuitos de abastecimento e às quantidades a abastecer, sendo necessários mais recursos físicos e, mesmo com o considerável aumento das cadências das linhas, pretende-se que a organização não tenha de colocar outro recurso humano a abastecer POEs no AT3/4, como seria o próximo passo lógico, tal a percentagem de ocupação do operador. Após otimizar o abastecimento com recurso ao uso de *charlattes* e bases rolantes, irá iniciar-se o processo de análise de viabilidade e consequente implementação de estantes móveis para transportar também os POEs às linhas de montagem, para eliminar o transporte de peças com as cargas mal acomodadas, a alturas fora da cota ergonómica e com os componentes dificilmente perceptíveis e identificáveis, tal a semelhança entre os tipos de embalagem.



Figura 10: Charlotte com base rolante atrelada

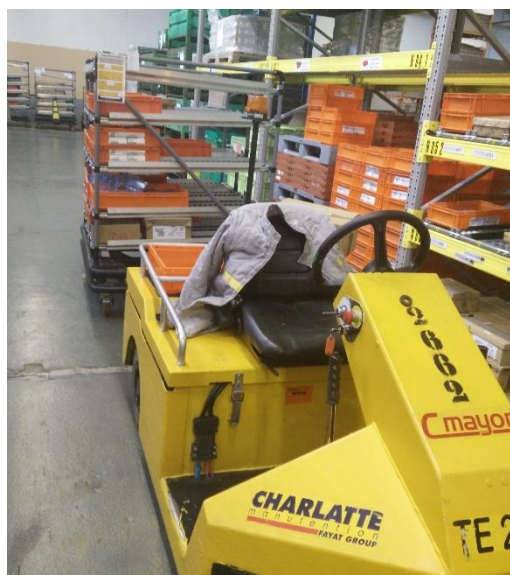


Figura 11: Charlotte com estante móvel atrelada

### 4.3 Metodologia

A primeira fase do projeto foca-se na alteração do plano de abastecimento mantendo o uso de *charlattes* e bases móveis, pois as cadências das linhas de montagem sofreram alterações e houve várias mudanças de *layout* na zona de fabricação. Pretende-se assegurar um abastecimento de 4 em 4 horas ou a cada 8 horas, sem que haja lugar a faltas de material, procurando otimizar este processo para que as linhas possam trabalhar até mesmo na cadência máxima, com rendimento operacional de 100%.

Inicialmente, começa-se por recalcular todas as necessidades das linhas. A última atualização ao processo de abastecimento dos POEs tinha sido feita no início de 2015. Desde então ocorreram muitas mudanças. Inúmeras alterações no que toca aos produtos

fabricados, desde mais tipos de bombas de óleo a serem maquinadas, a produtos que somente são produzidos a uma escala praticamente residual. É necessário verificar todas as cadências produtivas máximas de cada UET e calcular as autonomias de cada peça na linha. O cálculo da cadência por turno de cada linha é feito através da seguinte expressão:

$$\text{Cadência T} = \frac{(TT - TP)}{Tcy} * RO$$

Onde:

- TT - tempo total de trabalho do turno para 8h
- TP - tempo de pausas dos operadores
- Tcy - tempo de ciclo do recurso gargalo
- RO - rendimento operacional

O tempo disponível de trabalho é a diferença entre o tempo total e o tempo das pausas e equivale a 455 minutos, devido à definição do somatório total de 25 minutos para o tempo de inatividade produtiva por turno, para todas as UETs dos setores de fabricação. O rendimento operacional é igual a 0,92 e é o valor que a fábrica de Cacia se propõe a praticar nas linhas de produção do setor CM. Para se calcular a cadência máxima de cada linha, ignora-se o tempo de pausas dos operadores, trabalhando os 480 minutos (simulando que existem outros recursos humanos na UET disponíveis para colmatar as pausas dos operadores) e usa-se o valor para o RO igual à unidade, para retratar uma utilização de todos os recursos totalmente eficiente e sem qualquer falha. Cada UET tem ainda de facultar o tempo de ciclo do recurso gargalo, que é dado em minutos e corresponde ao tempo da operação mais lenta, que de alguma forma limita o *takt-time* da linha de montagem.

É com base no valor da cadência máxima que se calculam as necessidades de produtos de origem externa de cada linha e as quantidades a abastecer. Para o serviço de armazéns, deve-se ter em conta o melhor cenário produtivo possível: trabalhar as 8h sem pausas, com um rendimento operacional igual a 100%. Com base nos pilares que sustentam a organização, todas as UETs dos departamentos de fabricação procuram constantemente diminuir os tempos de ciclo e o *takt-time*, o que leva a alterações nos valores das cadências máximas das linhas de montagem e conseqüentes modificações no plano de abastecimento dos POEs, tornando este projeto ainda mais aliciante, tal a necessidade de interação contínua entre os departamentos de logística, engenharia e produção. Outro aspeto que torna o projeto tão complexo, prende-se com a capacidade de desenvolver competências de adaptação a alterações, procurando obter as melhores soluções para as problemáticas que frequentemente surgem. Não existe um estado ótimo das coisas. Todos os dias há lugar para melhorias em qualquer atividade associada ao processo de abastecimento das linhas de montagem e esforços são ininterruptamente tomados para aproximar a fábrica das melhores práticas.

O objetivo é, muito sucintamente, realizar um plano de abastecimento para entregar ao operador com as quantidades a abastecer em cada UET, com os horários das voltas a fazer e os percursos a serem realizados. Devem-se criar condições nas linhas de produção para ter autonomia suficiente para suportar as peças e proceder a alterações ao nível do setor dos CM para que o *charlatte* se possa movimentar de forma eficiente entre as UETs e o armazém. Pretende-se ainda facilitar o processo de *picking* em armazém, através de

medições das alturas das pegas, da contagem do número de movimentos do operador e redefinindo o *layout* da organização dos componentes, aplicando os princípios da metodologia *lean* também na disposição do armazém. Devem-se medir os tempos de todas as atividades constituintes do processo, desde a receção das peças no armazém dos componentes mecânicos até ao abastecimento nas linhas de montagem.

O passo seguinte passa por proceder a alterações no modo de abastecimento segundo bases rolantes planas atreladas ao *charlatte*, sendo a utilização desta plataforma a principal causa de danos nos POEs que circulam na empresa. Procurar-se-á, muito sucintamente, substituir esta forma de transportar os componentes por estantes rolantes, construídas sob uma base móvel, que serão colocadas nas linhas de montagem de forma direta. Além das previsíveis melhorias para a fábrica a nível da abordagem VA/nVA, serão também tidos em conta os indicadores ergonómicos ao longo do processo de alteração do abastecimento dos POEs a este setor de fabricação.

Para ter sucesso neste projeto, deve-se analisar diariamente o estado das situações, acompanhando o operador responsável pelo abastecimento, questionando os CUET de cada linha de montagem acerca do cumprimento das tarefas logísticas associadas a cada UET, verificando o estado e os níveis de *stock* em armazém e analisando possíveis alterações tanto a nível de chão de fábrica como de bordo de linha.

A metodologia levada a cabo neste projeto subdivide-se em dois grupos principais:

- Análise do estado inicial
  - Identificação de todas as atividades associadas à gestão e abastecimento de POEs
  - Medições de tempos
  - Análise da percentagem de ocupação do operador que abastece os produtos de origem externa no AT3/4 e avaliação da necessidade de incrementar outro operador
  - Quantificação de cargas, movimentos do operador e análise de questões ergonómicas
  - Atualização das cadências máximas produtivas de cada linha de montagem
  - Levantamento do tipo de embalagem associado a cada peça, do local de armazenamento na linha e do local de armazenamento no armazém
  - Levantamento das referências, necessidades, autonomias e quantidades das peças
- Procura de oportunidades de melhoria
  - Alterações apenas a nível do bordo de linha e do armazém para resolver algumas questões desfavoráveis e facilitar os processos associados
  - Análise dos sentidos de circulação do setor CM
  - Análise das possibilidades de percursos a efetuar, onde parar e onde abastecer
  - Reconstrução do plano de abastecimento
  - Redefinição da ordem de *picking* em armazém
  - Definição da zona de transferência em armazém
  - Teste da viabilidade associada à alteração do modo de abastecimento, substituindo as bases rolantes por estantes rolantes

- Criação de um modo de abastecimento híbrido
- Análise de resultados e medições de tempos
- Tomada de decisão entre eliminar as bases rolantes e comprar mais estantes rolantes, manter o modo de abastecimento híbrido ou procurar outras alternativas

#### 4.4 Estado inicial

Deve-se começar por analisar o estado inicial da organização e analisar diversos dados, para procurar oportunidades de melhoria. Inicialmente, no setor CM era usado o *charlatte* para abastecer os POEs nas linhas de montagem e algumas peças em bruto nas linhas de maquinação. A utilização dos sistemas AGV existia somente para transportar contentores vazios, maquinados e produto acabado. Todos os componentes de origem externa eram levados para as linhas de montagem em bases rolantes planas. Existiam três bases rolantes e dois contentores destinados ao abastecimento do AT3/4 e eram utilizados para fazer as duas voltas de abastecimento definidas. Ou seja, existia a Volta 1, que abastecia as UETs tampa da culassa, semelle, BSE, bomba de óleo K e bomba de óleo de cilindrada variável e a Volta 2, que abastecia a rampa de balanceiros, os tambores, a bomba de óleo F, a bomba de óleo F40, a bomba de óleo M e as árvores de equilibragem. Em suma, o suposto era passar por cada UET duas vezes por turno, intervaladas de 4 horas. No entanto, este plano de abastecimento estava completamente desatualizado, tendo sido realizado no início do ano de 2015. As cadências das linhas alteraram, começaram-se a produzir outros tipos de bombas, as UETs começaram a trabalhar em mais do que um turno, o *layout* do setor CM sofreu inúmeras alterações e o início do projeto “zero empilhadores”, aliado à incorporação de AGVs para gerir alguns fluxos dentro deste setor, levaram a mudanças nos sentidos de circulação do edifício. Aquando da chegada à organização, o operador responsável pelo abastecimento de POEs no setor CM já não seguia o planeamento pré-definido. Para tentar que as linhas não parassem por falta de peças, o abastecedor operava de forma autónoma e com base na sua experiência, tentando carregar as linhas, por vezes em demasia, para que não fosse necessário voltar àquela UET naquele turno. Era uma corrida desenfreada, sem horários e percursos definidos, apenas um objetivo difícil de concretizar: nas 8 horas de turno de trabalho, nenhuma linha de montagem podia parar por falta de peças de origem externa.

##### 4.4.1 Análise do plano de abastecimento

O plano de abastecimento que estava em vigor no início do projeto requeria um operador, um *charlatte*, três bases rolantes planas e dois contentores. Examinando a Volta 1 e a Volta 2 (anexos B e C), verificam-se as UETs que devem ser abastecidas, com um intervalo de 4 horas, estando organizadas segundo a ordem de *picking* em armazém. O plano contém a referência da peça, a quantidade a abastecer, o local de armazenamento da peça, a autonomia por embalagem na linha de montagem, a capacidade máxima da UET e o local de abastecimento. A quantidade a abastecer é calculada com base na cadência produtiva máxima da UET e pode-se verificar em anexo que era utilizado um sistema de abastecimento desigual entre turnos. Peças com autonomia maior que 24h eram abastecidas só por um dos três turnos e peças com autonomia maior que 16h eram



abastecidas por dois dos três turnos semanais. Se, por exemplo, uma linha de montagem não trabalhasse no turno da noite, o abastecedor da 3ª equipa não tinha qualquer informação relativa a essa UET no seu plano. Os planos de abastecimento eram diferenciados entre os três turnos semanais e os dois turnos de fim de semana, o que muitas vezes gerava conflitos, porque muitas vezes, para cumprir os filmes de produção, UETs que não trabalhavam em todos os turnos tinham de o fazer, levando à necessidade forçada dos operadores abastecerem linhas que não era habitual, sem sequer terem qualquer conhecimento das quantidades a transportar para as estações de trabalho.



Figura 12: Charlotte com 2 bases planas e 2 contentores atrelados

#### 4.4.2 Análise da ordem de abastecimento e percurso

Os anexos D e E mostram em detalhe o percurso a ser tomado pelo operador logístico após carregamento dos componentes nas bases e/ou contentores. No anexo F está presente o mapa do setor CM com os sentidos de circulação dos meios móveis logísticos (empilhadores e *charlattes*). No entanto, quando este sistema de abastecimento foi posto em vigor, ainda não existia qualquer fluxo gerido com AGVs nesta área e os empilhadores eram o principal recurso utilizado para abastecer o setor produtivo dos componentes mecânicos. A implementação de sistemas de abastecimento com base em AGVs gerou conflitos nos sentidos de circulação e, aquando do início da criação de condições para incorporar no setor CM o uso dos *automated guided vehicles*, verificou-se um número elevado de constrangimentos entre os meios de movimentação, relacionados com as circulações dos operadores logísticos de *charlattes* e empilhadores. O AGV é considerado prioritário, visto que não depende de recurso humano e está previamente programado a seguir rotas, logo verificou-se a impossibilidade de manter os percursos inalterados e inclusivamente os sentidos de circulação vigentes no setor necessitaram de especial atenção com vista a alterações significativas.

A mudança do *layout* da zona de fabricação, com as localizações de algumas linhas de montagem a serem alvo de alterações revelou-se também uma problemática no que toca ao cumprimento dos percursos presentes no plano de abastecimento. Na paragem de verão de 2016, a UET BSE foi movida para outro local e ocorreu um projeto de compactação das bombas de óleo com menor cadência numa só UET. As bombas de óleo F, F40, M e G convergiram para uma só localização: a localização previamente destinada apenas à montagem de bombas de óleo G.

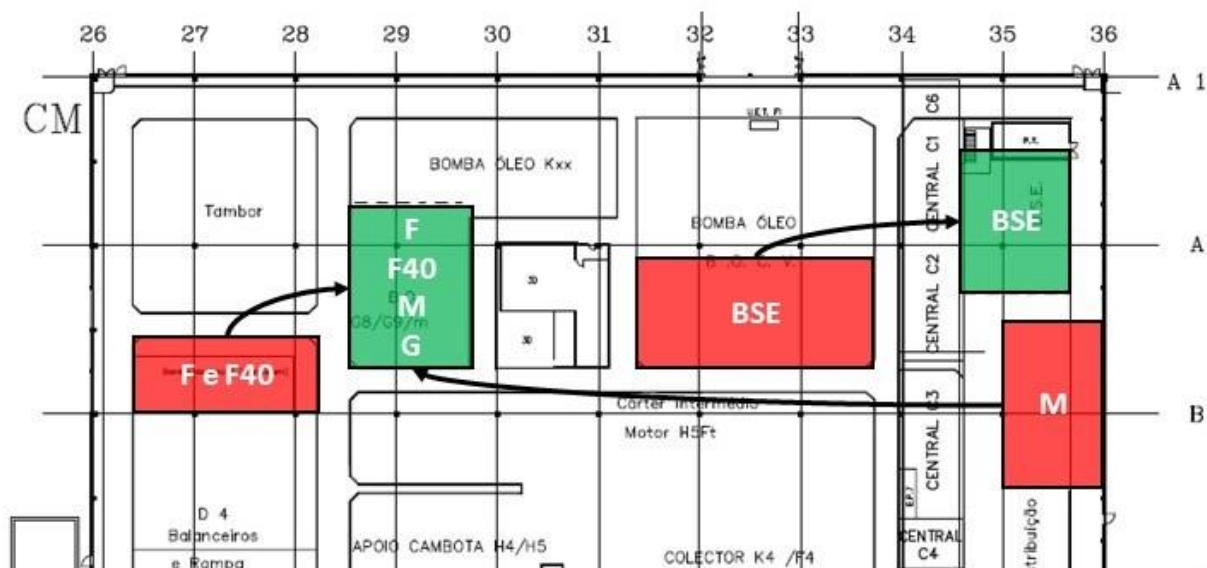


Figura 13: Mudanças de *layout* no setor CM

Estas alterações, aliadas à incorporação dos sistemas AGV no setor CM, evidenciaram uma oportunidade de melhoria e forçaram a reformulação dos percursos dos operadores logísticos responsáveis por esta zona de fabricação, algo que estava visivelmente desatualizado e por otimizar.

#### 4.4.3 Acompanhamento do sistema de abastecimento inicial

Os passos do operador logístico responsável pelo abastecimento dos POEs do AT3/4, no estado inicial do abastecimento, estão representados, de forma simplificada, no fluxograma presente na figura 14.

Os processos representados no fluxograma devem ser repetidos uma vez no turno de 8h para as equipas da semana e devem ser feitos três vezes nas equipas de fim-de-semana. Entre as repetições das voltas, há um tempo agendado para a *desmixagem* e organização do armazém, sendo muitas vezes desrespeitada a execução desta atividade devido à escassez de tempo disponível entre voltas. O processo de “desmixagem” consiste em separar as embalagens que provêm do fornecedor em paletes, e colocar as mesmas nos locais correspondentes no supermercado para, aquando do *picking* e carregamento das bases rolantes, o procedimento se torne mais fluido e intuitivo.



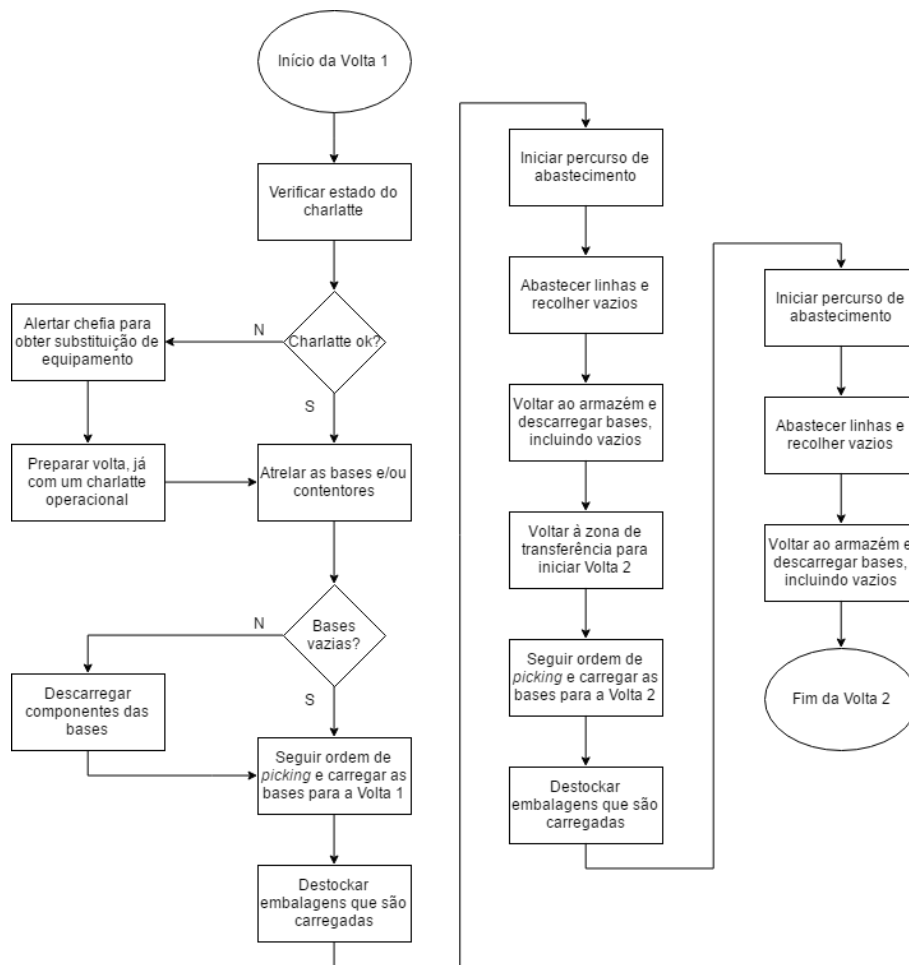


Figura 14: Fluxograma representativo das tarefas do abastecedor

Mediram-se tempos dos processos de carregamento das bases, abastecimento e recolha dos vazios de cada UET e distâncias entre as linhas de montagem a aprovisionar e procedeu-se a uma simulação no *software* Rockwell Arena. A recolha de dados está presente no anexo G e foi obtida através da média das análises de tempos das três equipas logísticas que operam durante a semana de trabalho.

Total Time	Average	Instantaneous Utilization	Average
Volta	19218.78	Operador	1.0000
Number In	Value	Number Busy	Average
Volta	2.0000	Operador	1.0000
Number Out	Value	Number Scheduled	Average
Volta	1.0000	Operador	1.0000
WIP	Average	Scheduled Utilization	Value
Volta	1.1673	Operador	1.0000

Figura 15: Resultados obtidos da simulação

Analisando os resultados obtidos pelo *software*, é facilmente verificável a impossibilidade de realizar as duas voltas de abastecimento em 4 horas, como o planeamento do operador pressupõe. O tempo estimado para realizar as duas voltas é de aproximadamente 5 horas e 18 minutos, o que excede imenso o tempo que seria ideal: menos de 4 horas. Ainda acerca do *output* do *software*, é verificável que a percentagem de utilização e ocupação do operador é de 100%, não havendo lugar às pausas que são obrigatórias na política da organização.

Para o operador logístico suprir esta visível falta de tempo para abastecer, o mesmo tentava, nas UETs cuja capacidade máxima permitisse, atolar os locais de abastecimento com excesso de peças para, na segunda volta do turno, já não ter que reabastecer essa linha. No entanto, este não cumprimento do plano gerava dificuldades ao turno seguinte, pois o operador encontrava uma linha de montagem que já não era abastecida há exatamente 8 horas, e que possivelmente não teria sido suprida para respeitar a produção equivalente, gerando consequentes pausas na montagem das peças. Noutras ocasiões era necessária ajuda de outro recurso humano, nomeadamente o operador logístico responsável pelo abastecimento de peças em bruto, que era diversas vezes chamado para ajudar em algumas tarefas como o carregamento ou descarregamento de bases. Este operador, como tinha uma percentagem de ocupação a rondar os 80%, quando ia ao armazém recarregar as suas plataformas de transporte de componentes brutos e coincidia com a altura do abastecedor de POEs estar a preparar a volta seguinte, ajudava no *picking* e acondicionamento dos componentes nas bases rolantes. A empresa optou por não alocar outro operador ao posto de abastecimento de POEs no AT3/4, tentando obter melhorias nos processos associados, sobrecarregando um pouco mais o operador logístico, por mais um curto período de tempo. O DLI procurou fazer pesquisas e *benchmarking* com o objetivo de facilitar e tornar mais fluído o processo de abastecimento deste tipo de produtos na fábrica de Cacia, reduzindo os diversos tempos, atenuando cargas e tornando o posto mais ergonómico e otimizado, para minimizar a percentagem de ocupação do operador que era considerada elevada e, face ao crescimento contínuo das linhas de montagem, com tendência a aumentar.

Ainda em relação ao modo de transporte dos componentes segundo bases rolantes, e com base no documento vigente na organização sobre ergonomia, mais de metade dos componentes estariam a ser transportados fora da cota ergonómica. No anexo H está presente uma cópia do documento que relaciona as cargas dos componentes com as alturas das pegadas dos mesmos e que demonstra em que intervalos de altura devem estar acondicionados os componentes para respeitar as cotas ergonómicas definidas para o Grupo.

#### **4.4.4 Levantamento de dados**

Para procurar otimizar o processo de abastecimento da fábrica foi necessário, antes de qualquer implementação, criar uma base de dados com todas as informações sobre cada POE necessário às linhas de montagem do setor CM. Recorreu-se ao *website* interno de gestão da produção da organização, chamado *gestion de production intégrée* (GPI) e os dados recolhidos foram organizados e analisados com recurso ao *software* Microsoft Excel. Foram levantados os dados de 154 peças e, para cada referência (formato de 8 dígitos

alfanuméricos), catalogou-se a sua designação respetiva, que é a descrição verbal do componente.

Recolheram-se os seguintes parâmetros para cada peça:

- UET em que se utiliza o componente
- Localização armazém
- Embalagem UC
  - Tipo de embalagem
  - Quantidade por embalagem
- K (coeficiente de montagem)
- Quantidade por turno
  - Valor exato
  - Valor arredondado, por excesso, às unidades
- Quantidade por volta de 4h
- Quantidade por dia
- Autonomia de cada UC
  - Valor em horas
  - Valor em minutos
- Local armazenamento na UET
- Capacidade máxima da UET
- Cadência máxima da linha de montagem por turno
- Número de equipas que trabalham nessa UET, à semana e ao fim-de-semana
- Peso por componente
- Altura de abastecimento em armazém
- Altura de descarga na plataforma de abastecimento da linha de montagem

A análise do documento, presente no anexo I, serve como ponto de partida para toda e qualquer melhoria a ser feita no abastecimento dos POEs do setor CM. Esta análise pode ser feita segundo uma subdivisão em parcelas de informação. No documento está presente um conjunto de dados referentes à própria peça (referência e designação), ao armazém (localização, tipo de UC e quantidade por UC), à UET (linha de montagem a que é destinada a peça, coeficiente de montagem, local de armazenamento, capacidade máxima da linha, máxima cadência produtiva e número de turnos operantes) e ainda existem os dados referentes ao abastecimento (quantidades, num intervalo de tempo de 4, 8 e 24 horas e autonomias de cada embalagem na UET respetiva).

Para calcular a quantidade de embalagens necessária a abastecer por turno, utilizou-se a seguinte expressão, arredondando posteriormente, às unidades, o resultado obtido:

$$\text{Quantidade} = \frac{K * QUC}{\text{Cadência máxima T}}$$

Em que:

- K - coeficiente de montagem
- QUC - quantidade de peças presentes em cada embalagem
- Cadência máxima T - número máximo de peças que a linha monta num turno de 8h

O valor K é o coeficiente de montagem, que representa o número de componentes de cada tipo que o produto final necessita. Este parâmetro está presente na documentação

da constituição da peça e é obtido com recurso ao sistema de gestão de produção interno da empresa. Ainda com recurso ao GPI da organização, deve-se verificar o tipo de acondicionamento das peças e a quantidade de componentes presentes em cada embalagem, parâmetros imprescindíveis no cálculo das quantidades de UC a abastecer nas linhas de montagem e na forma de acondicionar a carga nas plataformas de transporte e de armazenamento. A cadência máxima do turno é um valor calculado com base no parâmetro tempo de ciclo do recurso gargalo, fornecido por cada UET e assume-se o valor do rendimento operacional igual à unidade e o tempo total de trabalho igual a 8 horas, ignorando qualquer paragem.

Estes parâmetros devem ser calculados de forma minuciosa e não deve haver lugar a qualquer tipo de erro, nem confusão entre referências. A existência de um número elevado de referências, algumas semelhantes, pode induzir a erros na gestão da base de dados de POEs da organização, o que pode influenciar de forma considerável a criação do plano de abastecimento a ser utilizado pelos operadores logísticos. Uma vez calculada a quantidade de cada referência a abastecer por turno pode-se, facilmente, definir a quantidade a abastecer por volta de 4 horas, sabendo-se todas as necessidades reais de embalagens para todos os diferentes produtos de origem externa da organização.

Depois de se saber a quantidade a abastecer em cada linha de montagem de cada diferente componente, pretende-se obter respostas acerca de quanto tempo cada UC tem de autonomia na linha de montagem, trabalhando a UET na sua capacidade máxima. A autonomia, em horas, de cada embalagem calcula-se através da seguinte expressão:

$$\text{Autonomia} = \frac{\text{QUC} * \text{TT}}{\text{Cadência máxima T} * \text{K}}$$

Onde:

- QUC - quantidade de peças presentes em cada embalagem
- TT - tempo total de trabalho do turno para 8h
- Cadência máxima T - número máximo de peças que a linha monta num turno de 8h
- K - coeficiente de montagem

Como referido anteriormente, o parâmetro TT da equação assume o valor 8 horas, que representa a totalidade de horas de trabalho por turno, partindo do princípio que as pausas dos operadores são colmatadas pelo polyvalente ou pelo condutor de linha. Os planeamentos da logística para o abastecimento de peças supõem sempre o melhor cenário produtivo possível: rendimento operacional a 100%. A autonomia é um parâmetro de importante análise, pois demonstra o tempo que cada UC demora a ser consumida na linha de montagem, com esta a trabalhar à máxima produtividade. Este valor revela-se relevante na definição do plano de abastecimento e é considerado uma ferramenta de apoio no cálculo de necessidades de compra, por parte dos técnicos de gestão de produção.

Para completar esta base de dados, deve-se adicionar a componente ergonómica à listagem de POEs. Com base na documentação técnica da organização, faz-se o levantamento dos pesos unitários de cada peça e utilizou-se a quantidade de componentes presentes em cada UC, documentada no GPI, para calcular o peso total de cada embalagem. Segundo o esquema representado no anexo K, a questão ergonómica

relaciona o peso com a altura da pega dos componentes. Deve-se então medir as alturas da pega, tanto a nível de carregamento das peças em armazém, como de descarregamento das peças na linha de montagem, não descurando também o carregamento das embalagens na plataforma de transporte. Com base nas quantidades calculadas para as necessidades de peças das linhas de montagem, consegue-se determinar o número de movimentações do operador com cargas fora da ergonomia, o peso total abastecido por dia e, caso se analise as distâncias entre o local de paragem da plataforma de transporte das peças e os locais de abastecimento nas linhas, pode-se obter também a quantidade de passos do operador com carga. Toda esta análise vai de encontro à criação do posto motivante, um dos alicerces do APW, vigente em todas as fábricas do grupo Renault. Pretende-se que todos os postos estejam mais focados nos operadores do que nas máquinas, sendo esta preocupação acrescida pelas questões de segurança e bem-estar do colaborador uma prática diferenciadora da fábrica de Cacia em relação à concorrência regional e até nacional.

Todos os parâmetros mencionados foram incorporados nesta base de dados construída para os POEs do setor CM e, através da observação desta listagem, verifica-se a complexidade do projeto, visto que se utilizam 154 componentes distintos nas linhas de montagem deste setor. Este ficheiro *excel* é tido como pilar fulcral do abastecimento das linhas de montagem do setor CM, sendo o ponto de partida para todo o processo de otimização do sistema. Antes da existência deste novo documento, a fábrica de Cacia operava baseada em listagens incompletas, desatualizadas e com falta de informação. Todo o fluxo de informação era gerido de forma manual, o que acarretava uma maior probabilidade de existência de variadíssimos tipos de erros. A automatização presente neste ficheiro *excel* é uma mais-valia tremenda para as necessidades desta organização que, constantemente, se encontra em mudança. A título de exemplo, se uma linha de montagem alterar as suas cadências de produção, basta redefinir o valor no documento, e toda a listagem é atualizada de forma automática, no que toca aos dados referentes a todo o processo de abastecimento. Este ficheiro tornou-se o único documento com dados referentes aos POEs para o setor CM da organização, estando acessível a nível interno a todos os membros do DLI e motivou o departamento a idealizar um documento semelhante para todos os produtos de origem externa da organização, expandindo esta prática ao setor CV, trazendo uma melhoria significativa ao nível da documentação técnica. Todos os ficheiros criados ao longo deste projeto foram validados e posteriormente incorporados no sistema interno da organização, para serem utilizados por todos os membros do departamento que tenham acesso à pasta partilhada da organização, vindo ajudar na identificação e resolução de vários problemas e questões, que necessitem de especial atenção e que estejam por otimizar.

#### **4.4.4.1 Análise dos dados recolhidos para os POEs da fábrica**

Com base nos parâmetros em estudo no documento presente no anexo I, podem e devem ser retiradas algumas ilações:

- A UET que requer mais componentes distintos é a bomba de óleo de cilindrada variável, com 40 diferentes peças a serem necessárias abastecer para a montagem; a UET que necessita de menos peças para montar o produto final é a BSE, que apenas precisa de 2 componentes diferentes;

- A UET com maior capacidade produtiva é a bomba de óleo K, estando a ser abastecida tendo em conta um valor de 2550 bombas/turno; quanto à UET com menor cadência produtiva, esta divide-se entre a bomba de óleo G e F40, sendo abastecidas para, no máximo, produzirem apenas 150 bombas por turno.
- A UET que necessita de maior número de embalagens abastecidas é a bomba de óleo de cilindrada variável: 207 embalagens por turno; a UET que necessita de menos UC é a BSE, com apenas 6 embalagens por turno;
- De entre os 154 componentes, existem 36 cuja autonomia para uma embalagem ultrapassa as 24 horas e 72 componentes cuja autonomia é maior que 8 horas;
- Existem mais de 90 componentes cuja embalagem se considera fora da ergonomia ótima, no que toca à colocação da mesma na linha de montagem;
- Existem cerca de 80 componentes cuja embalagem está alocada em armazém fora da cota ergonómica considerada ótima, para o seu peso;
- Existem 136 componentes cujo peso excede o ótimo para serem colocados em base rolante plana para transporte.

É claramente visível a necessidade de especial atenção em relação ao abastecimento das linhas montagem dos diferentes tipos de bombas de óleo, reforçando a pertinência deste tipo de produto no seio da organização, principalmente no que toca ao setor CM. Este documento sugere a possibilidade de nem todas as UETs funcionarem com um abastecimento baseado em voltas intervaladas de 4 horas, devido à existência de componentes cuja autonomia de cada embalagem é superior a 8 horas. Este documento retrata também a existência de possíveis conflitos entre a capacidade máxima de armazenamento e as quantidades a abastecer na UET para manter as linhas de montagem a trabalhar de forma fluida e sem paragens, sendo por vezes necessário fornecer mais componentes do que aqueles que a linha de montagem pode suportar nas zonas definidas para o abastecimento. Em termos ergonómicos, as necessidades de melhoria são gigantescas, perspetivando-se uma longa jornada com data prevista de conclusão inestimável. Todas as alterações trarão significativas implicações em todo o funcionamento dos processos de gestão e abastecimento dos produtos de origem externa e ocorrerão conflitos inevitáveis entre a receção administrativa, os técnicos de gestão de produção e inventário e o departamento de produção.

#### **4.5 Implementações, alterações e melhorias**

Após análise inicial ao posto dos POEs AT3/4 e a todas as etapas e processos adjacentes, procurou-se identificar oportunidades de melhoria, sugerir mudanças, testar a viabilidade associada às possíveis alterações e aplicar modificações no procedimento de abastecimento de produtos de origem externa. Todo este trabalho foi suportado e levado a cabo com base na experiência dos diferentes chefes de equipa e dos operadores logísticos responsáveis pelo posto em causa. Todas as possíveis alterações e mudanças foram expostas ao chefe de *atelier* do serviço de armazéns & progresso logístico, que validava e provia recursos para aplicação das melhorias.

O primeiro objetivo que se procurou atingir foi a resolução, a curto-prazo, dos problemas que eram conhecidos pelos responsáveis do departamento de logística industrial. Com base na primeira análise efetuada, verificaram-se diversos pontos de

partida para iniciar o processo de mudança que se desejava para este posto. Ao longo da investigação ao estado iniciativo do projeto foram sendo identificadas inúmeras outras questões que necessitavam de ser solucionadas e que passavam despercebidas à hierarquia nos mais variados âmbitos, incluindo até implementações consideradas recentes no seio da organização, pois a fábrica de Cacia opera segundo o pensamento *lean* e os ideais de melhoria contínua estão presentes em todos os procedimentos organizacionais, não se podendo considerar nada como definitivo, em qualquer circunstância. A constante comunicação entre o responsável deste projeto, os operadores logísticos e operadores das linhas de montagem, que são os principais intervenientes dos processos de abastecimento e consumo das peças, revelou ser uma enorme mais valia para trazer as melhorias ambicionadas aquando do início do projeto, tendo surgido alertas de diversas situações que eram do desconhecimento dos responsáveis de equipa e das respetivas hierarquias, tanto a nível do departamento de logística como do departamento de fabricação.

O estudo seguiu o encadeamento demonstrado no capítulo 4.3 e subdividiu-se em duas principais áreas: o armazém de POEs e o setor CM.

#### **4.5.1 Detecção de anomalias**

O primeiro passo para atingir a mudança é a identificação de oportunidades de melhoria. No caso específico deste projeto, foram-se verificando vários casos contraproducentes com o bom funcionamento dos processos, tanto no armazém como no próprio setor de fabricação. As situações anormais foram identificadas e posteriormente catalogadas segundo localização, intervenientes afetados, nível de gravidade, possíveis sugestões de resolução, grau de prioridade associada à ocorrência e tempo estimado para atingimento dos objetivos. Além das anomalias a nível de estruturas e de plataformas de abastecimento, também foram encontrados diferentes tipos de anomalias no estudo do plano de abastecimento em vigor, como o caso de uma deficiente limitação da capacidade máxima de *stock* nas linhas, gerando por vezes *stock* nas linhas de montagem com autonomia para vários dias, situação de todo desaconselhável e totalmente contra os ideais estipulados pela fábrica.

Tentou-se com este trabalho conjunto entre os departamentos de logística, produção e engenharia reduzir ao menor valor possível o número de não-conformidades associadas a este posto de trabalho para minimizar a dificuldade inerente ao cargo, comparativamente à existente à data de início do projeto. Além da preocupação clara com o operador logístico, a principal razão pela necessidade de melhorar o este posto específico foi, obviamente, a busca pela otimização deste processo a todos os níveis, culminando na entrega dos componentes para as linhas de montagem atempadamente e com qualidade. Foram feitas várias análises a cada UET com o operador logístico, o chefe da unidade elementar de trabalho, o condutor de linha, o operador do posto específico (quando pertinente) e o responsável pelo projeto. Em casos mais característicos, cuja anomalia requeria maiores atenções e meios alocados para proceder a possíveis alterações, técnicos do departamento de engenharia alocados ao setor CM também integravam o processo de análise. A nível de armazém, as análises, foram feitas maioritariamente pelo responsável do projeto e o operador logístico do posto em causa, com supervisão dos chefes de *atelier* do DLI. Como todas as questões relacionadas com o armazém de POEs dizem única e

exclusivamente respeito ao departamento de logística industrial, não há lugar a qualquer interação com outro departamento.

#### 4.5.1.1 Armazém POEs

A nível dos túneis de POEs foram identificadas duas principais anomalias, motivando vários estudos e análises para as solucionar. Estas principais questões problemáticas detetadas foram:

- A organização das peças: os componentes estavam principalmente organizados por tipo de produto, ou seja, as peças constituintes das bombas de óleo à entrada do túnel, seguidas dos componentes da árvore de equilibragem, tambores, BSE, rampa de balanceiros, semelle e tampa da culassa. No entanto, devido à complexidade associada à organização de um armazém com mais de 150 componentes diferentes, esta disposição estava longe de ser perfeita, existindo peças de um tipo de produto intercaladas com outros diferentes tipos de produto, tornando o carregamento das bases de abastecimento uma questão impossível de cumprir do ponto de vista sequencial. A organização das peças e do *layout* do armazém está presente no anexo L;
- As alturas a que se encontram os componentes: partindo da análise ergonómica feita a todas as peças, a nível de abastecimento nas linhas de montagem e a nível do armazém, verificou-se que as alturas a que se encontravam os componentes no armazém de POEs estão em conflito com os interesses da organização, pois havia cerca de 80 referências fora dos valores tidos como ótimos no que toca à ergonomia.

Estes foram os principais temas abordados no projeto para se trabalhar no seu processo de resolução. No entanto, outras problemáticas foram identificadas, como o exemplo da falta de um quadro de gestão visual atualizado, associado aos componentes localizados no armazém dos produtos de origem externa. Algumas questões mais simples, respetivas aos processos de *desmixagem*/arrumação do armazém e relacionadas com alterações nos tipos de embalagens enviados pelos fornecedores foram sendo identificadas e solucionadas sem grandes problemas ao longo do projeto, sendo por vezes necessário proceder-se a alterações físicas nas estruturas do armazém mantendo, no entanto, as localizações das peças inalteradas.

Outra questão que se pretende analisar prende-se com as zonas de desbordamento que se encontram no armazém dos motores. Como se pode observar no anexo L, existem demasiadas zonas de desbordamento. Por desbordamento, entende-se zonas de armazenamento, por norma mais elevadas em termos de altura ao solo, que não estão definidas para colocar qualquer tipo de componente específico, servindo para colocar paletes que estão “em excesso” e que serão baixadas para os níveis inferiores, acessíveis ao operador, quando este necessitar de peças para carregar as plataformas de transporte. Estas zonas de desbordamento são desaconselháveis, porém necessárias. Quando os componentes chegam à receção administrativa, o colaborador da RA, responsável pela colocação das peças em armazém, leva a maioria dos componentes para armazém, em vez de levar só as quantidades que o armazém suporta, para não deixar os componentes



na zona de receção. Desta forma são colocadas paletes em *stock*, nas zonas de desbordamento.



Figura 16: Armazém de POEs dos motores

Por fim, um fator que pode ser considerado anômalo, é a baixa percentagem de componentes que estão armazenados segundo o sistema de supermercado. De todas as estantes de armazenamento de POEs presentes no túnel, apenas três estão construídas para operar segundo o sistema de supermercado logístico, com as embalagens a serem colocadas individualmente de um lado e a serem recolhidas do outro lado do túnel para carregamento das plataformas de transporte. As restantes peças são colocadas pela RA nos locais respetivos e são consumidas diretamente da paleta para as plataformas de abastecimento.



Figura 17: Exemplos de tipos de armazenamento de componentes (paleta vs. supermercado)

#### 4.5.1.2 Setor CM

Com base na listagem de POEs elaborada, verificaram-se inúmeros conflitos. Ocorreram várias alterações em relação às cadências produtivas de algumas linhas de montagem, houve mudanças no tipo de UC e nas quantidades presentes na embalagem de algumas peças o que, inevitavelmente, fez com que se alterassem as necessidades de abastecimento. No entanto, algumas UETs não se encontravam aptas a receber as novas quantidades para manter as linhas operacionais, visto que a sua capacidade máxima era inferior às necessidades reais do posto de trabalho. Identificaram-se também problemáticas no que toca aos circuitos levados a cabo pelo operador logístico, estando desatualizados, devido a alterações que ocorreram no *layout* do setor CM e à incorporação de sistemas AGV para gerir alguns tipos de fluxos dentro deste setor.

##### 4.5.1.2.1 Bordo de linha

De um modo geral, o bordo de linha é considerado como o espaço reservado para as peças que vão ser consumidas na linha de montagem e caracteriza-se como a interface entre a logística e a produção. É necessário analisar o mesmo em relação ao uso das bases rolantes e contentores definidos para movimentar os componentes e segundo as plataformas presentes na UET para receber as peças. Todas as 12 linhas de montagem estão aptas para receber peças segundo abastecimento de *charlatte*; no entanto, as plataformas de receção dos componentes estão longe do ótimo. Também se identificaram possibilidades de melhoria de alguns bordos de linha, no que toca ao aproveitamento do espaço, dimensionamento das plataformas de receção e à distância entre o local de onde o operador retira as peças e o posto de trabalho onde as consome.

Na figura 18 estão presentes, a vermelho, as UETs cujo bordo de linha não foi analisado, devido a serem linhas de montagem em fim de vida, cuja produção ocorre muito raramente e é praticamente residual. A laranja, encontram-se as linhas de montagem que necessitam de alterações a nível de dimensionamento das plataformas de receção, de localização das zonas de abastecimento, de tipos de plataforma a abastecer e de variadas questões ergonómicas relacionadas. A amarelo estão as UETs que apenas têm por resolver a questão da capacidade da linha em receber peças para voltas de 4 horas, devendo-se proceder à criação de novas plataformas de abastecimento ou ao aumento das existentes na linha, para suprir esta necessidade. Por fim, a verde, estão representadas as UETs que, a nível de bordo de linha, de nenhuma alteração necessitam, estando completamente operacionais e dentro dos pressupostos idealizados pela fábrica.

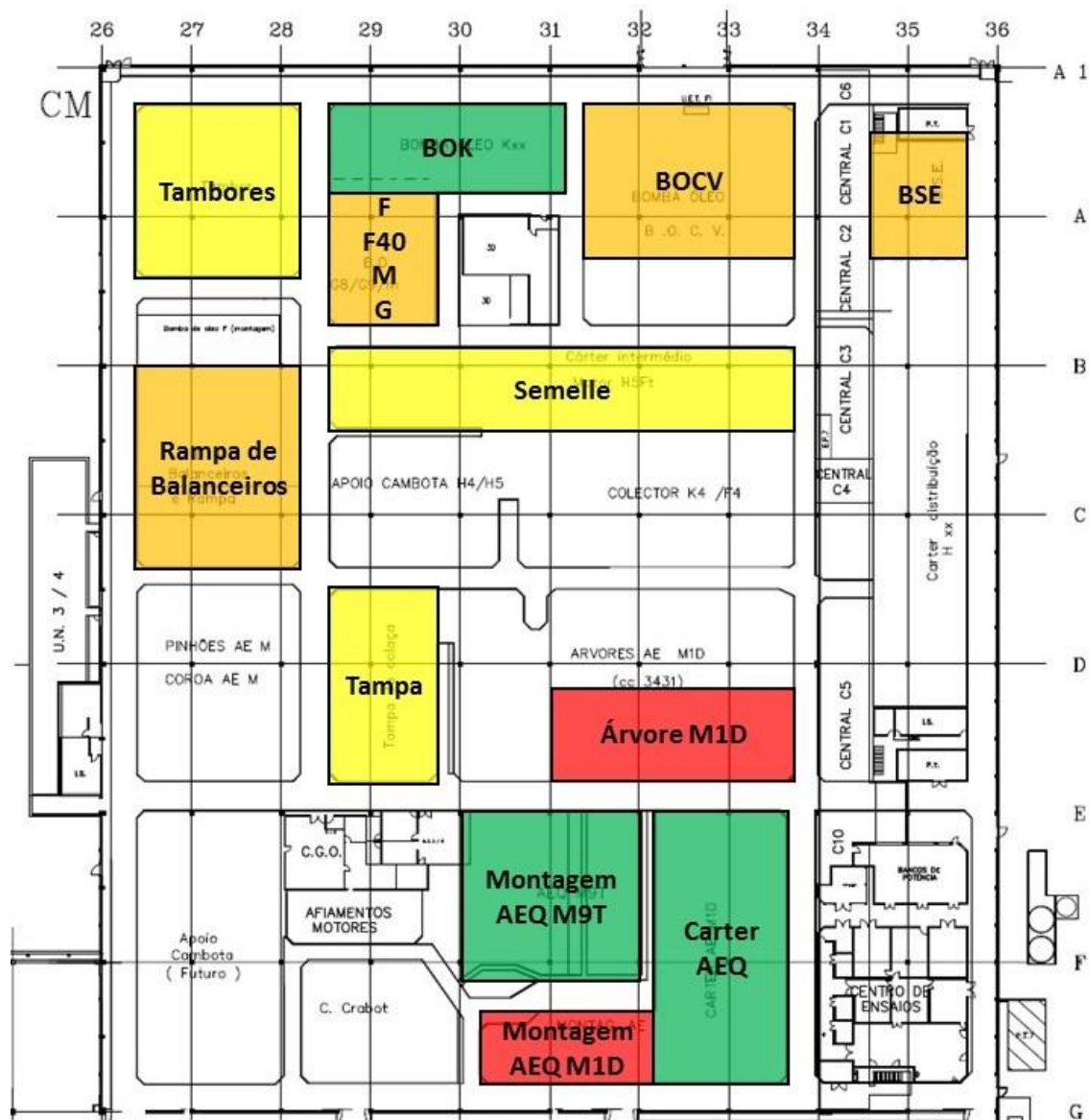


Figura 18: Análise dos bordos de linha do setor CM

#### 4.5.1.2.2 Sentidos de circulação

Como referido no ponto 4.4.2, recentemente ocorreram inúmeras alterações no setor CM, principalmente motivadas pela implementação de sistemas de abastecimento com base em AGVs e devido à mudança de localização de algumas UETs da zona de fabricação.

Aquando da implementação dos sistemas AGVs nos departamentos de fabricação, ficou definido que o setor CM iria funcionar, quanto aos sentidos de circulação, com base no seguinte modelo: traçada uma linha imaginária dividindo o setor ao meio, verticalmente, o lado esquerdo seria o lado ascendente e o lado direito o descendente; a nível horizontal, o sentido seria sempre da esquerda para a direita.

Analisando a figura 19, a linha imaginária está representada a preto e divide o setor CM em duas diferentes áreas, coloridas a verde e vermelho. Os sentidos das setas mostram as zonas ascendente e descente, sendo que a seta azul expressa o sentido

No entanto, durante as fases de testes e de criação de condições para a aplicabilidade dos sistemas, surgiu a primeira de várias exceções a esta proposta. Esta exceção ao novo conceito adotado para os sentidos de circulação do setor CM foi a alteração do sentido do primeiro corredor da zona de fabricação, perpendicular ao armazém dos POEs, assinalado na figura 20.



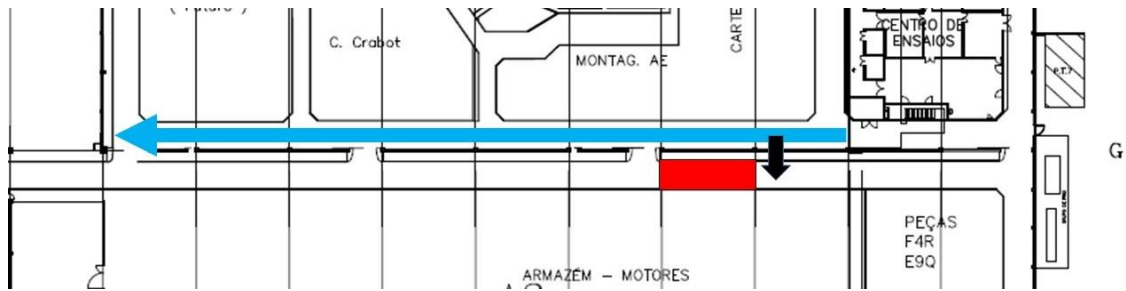


Figura 20: Alteração do sentido do primeiro corredor do setor CM

Criou-se esta exceção devido à zona de carga e descarga de AGVs, assinalada com o retângulo vermelho, na imagem. Já a seta identificativa de cor preta serve para demonstrar a criação de uma nova passagem entre o setor CM e o espaço de armazém. Na figura 21 pode-se verificar esta zona de carga e descarga, que é o único local fora da área de fabricação que tem rotas para AGVs. Inicialmente tinha sido idealizada a possibilidade de as rotas poderem sair do setor CM, mas acabou por se decidir que os AGVs apenas iriam circular dentro da área de fabricação e nesta zona de carga e descarga. Esta decisão fez com que o caminho horizontal mais próximo do armazém ficasse predefinido como da direita para a esquerda, para todos os tipos de fluxos, sendo praticamente utilizado na totalidade pelos *automated guided vehicles*.



Figura 21: Zona de carga e descarga de AGVs

O plano de abastecimento em vigor, para além de ineficiente do ponto de vista da entrega atempada e com qualidade dos componentes, tinha presente inúmeras questões que desrespeitavam os pressupostos definidos pela fábrica, principalmente no que toca ao respeito pelos sentidos de circulação dos fluxos, dentro do setor de fabricação de componentes mecânicos. Verificou-se então a necessidade de alterar os percursos para o abastecimento dos POEs no AT3/4 e estudou-se uma possível proposta para reformulação

dos sentidos de circulação neste setor, em conjunto com o departamento de produção e de engenharia, tendo por base o sistema predefinido aquando da implementação dos sistemas AGVs, presente na figura 19.

#### 4.5.2 Criação de um novo plano de abastecimento

Com base nas análises iniciais ao sistema de abastecimento e nas anomalias associadas que foram detetadas, o passo seguinte passou, logicamente, pela elaboração de um novo plano, com uma variável a manter-se inalterada: o abastecimento às linhas continuaria a ser feito por *charlatte*, continuando a não se utilizar empilhador para gerir qualquer fluxo e sem existirem meios nem possibilidades no momento para avançar para a utilização de AGVs.

As variáveis necessárias para definir o plano de abastecimento estão todas presentes e documentadas no ficheiro que se encontra no anexo I: a base de dados de POEs do setor CM. É preciso dividir as peças por UET e analisar as quantidades a abastecer para intervalos de 4 e de 8 horas, a capacidade máxima das plataformas presentes no bordo de linha, a autonomia de cada embalagem, as localizações em armazém e na linha de montagem e a localização da UET na planta da fábrica. Outro fator a ter em conta prende-se com as dimensões das UC de cada referência e o seu peso. Existem sacos como tipo de acondicionamento de alguns componentes constituintes da bomba de óleo de cilindrada variável; no entanto, a quase totalidade de POEs têm como UC dois tipos de embalagem: caixas de plástico e de cartão. As embalagens de cartão não seguem um *standard*, dependendo do fornecedor do componente, existindo vários tipos e várias dimensões, o que obriga a uma medição das dimensões das caixas quando se pretendem implementar medidas. A catalogação das embalagens de plástico, *standard* para todo o grupo, está presente no anexo A.

Pretende-se então definir as novas voltas de abastecimento de forma a transportar todas as peças necessárias às linhas de montagem, de forma igual entre os abastecedores das diferentes equipas logísticas e tentando equilibrar as mesmas em termos de número de UETs e quantidades de UC a abastecer, de carga física para o operador e de tempo estimado necessário para realizar cada volta. Com base no documento que lista os produtos de origem externa afetos ao setor CM, analisou-se a possibilidade de definir o abastecimento de algumas UETs com outro intervalo de tempo que não as 4 horas presentes no sistema em vigor. Partindo do princípio que todas as equipas da logística teriam que transportar todos os componentes das linhas de montagem de forma igual, definiu-se que também haveriam UETs a ser abastecidas em voltas de 8 horas. Para definir o intervalo de tempo entre abastecimentos a linhas de montagem, recorreu-se à análise de duas variáveis: a autonomia de cada UC, previamente calculada, e a capacidade máxima de armazenamento destinada para cada referência na localização da UET, verificada no bordo de linha, documentada na base de dados elaborada.

Além da necessidade de divisão por UETs, para iniciar o processo de criação de um plano de abastecimento melhorado, houve também linhas de montagem subdivididas, devido às suas localizações definidas de abastecimento e à potencial incompatibilidade de abastecimento associada. As UETs que foram subdivididas foram a rampa de balanceiros, a bomba de óleo de cilindrada variável e a bomba de óleo K, como se demonstra na seguinte imagem. A principal razão associada a esta subdivisão dentro das linhas de



nível do transporte dos componentes na base rolante plana, não haveria qualquer tipo de entrave associado.

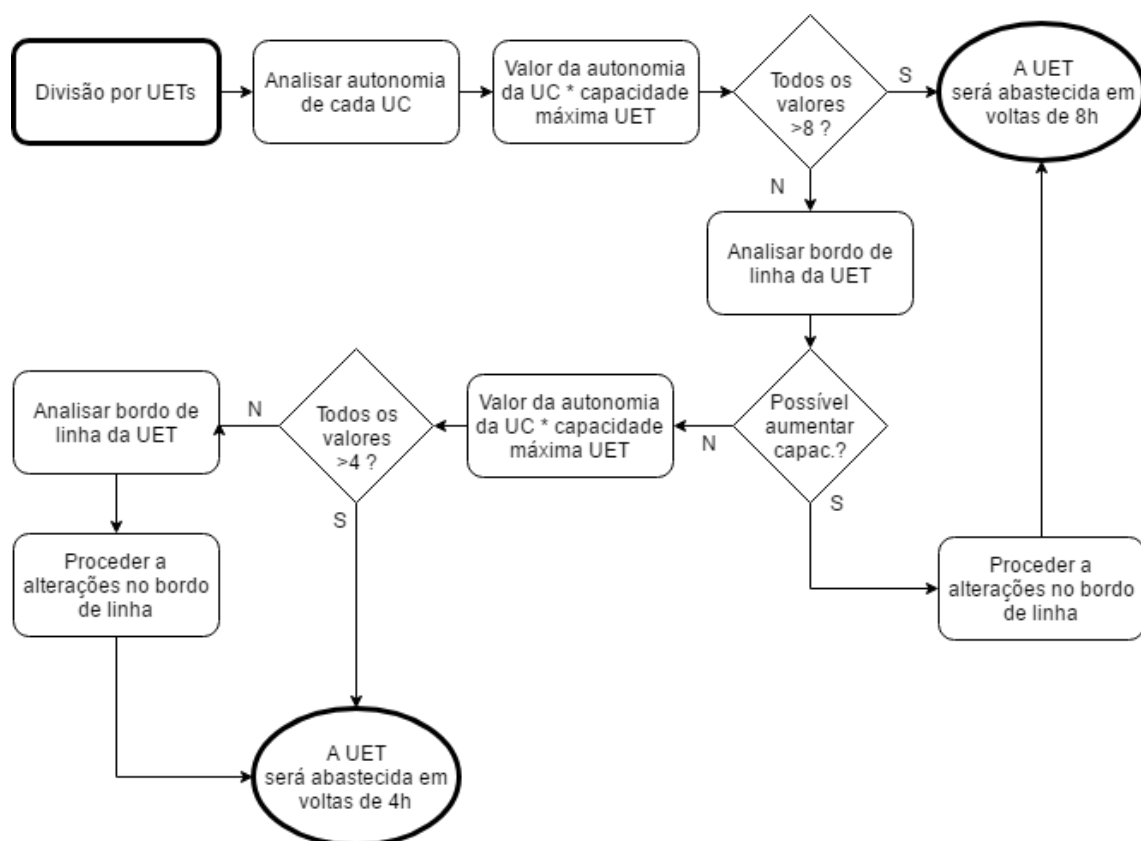


Figura 23: Análise das UETs para definição do novo plano de abastecimento

Todas as restantes zonas ficariam entregues a abastecimentos distados de 4 horas. No entanto, como se tinha previsto aquando da primeira análise aos bordos de linha do setor CM, efetuada depois do levantamento de dados, várias plataformas de abastecimento de várias linhas de montagem não se encontravam aptas para armazenar a quantidade de componentes necessários para trabalhar num período de 4 horas, havendo obrigatoriedade de proceder à criação das condições necessárias para poder realizar o abastecimento segundo os ideais que se pretendiam implementar. A necessidade de proceder a alterações nos bordos de linha estava identificada e era o passo lógico para poder avançar com a criação do novo plano de abastecimento.

A criação do novo plano de abastecimento coincidiu com a parte final do projeto de compactação das bombas de óleo F, F40, G e M, o que fez com que as linhas de montagem trabalhassem durante um largo período de tempo a uma escala quase residual, não envolvendo, até então, qualquer alteração no modo de abastecimento ou nas plataformas usadas para o efeito. No entanto, esta linha de montagem compactada foi idealizada para, no que toca ao abastecimento de POEs, funcionar baseada num sistema de voltas de 4 horas, levando apenas as peças do tipo de bomba que seria para montar naquele período de tempo, não podendo haver mudanças no filme de produção sem aviso prévio ao operador logístico responsável por abastecer os produtos de origem externa.



#### 4.5.2.1 Alterações no bordo de linha

As alterações físicas necessárias deveram-se, principalmente, às capacidades máximas das plataformas de abastecimento serem menores do que as necessidades teóricas para as voltas de 4 e 8 horas. As alterações levadas a cabo, para tornar as UETs operáveis em voltas de 8 horas, foram as seguintes:

- Semelle
  - Aumento da prateleira utilizada para abastecimento, tornando esta apta para suportar componentes capazes de manter a linha de montagem a operar por, no mínimo, 8 horas;
- Tambores
  - Criação de mais um tubo de abastecimento semelhante aos três já existentes, construído apenas para abastecer coroas.

A nível das alterações efetuadas para as UETs que não conseguiam suportar componentes para as linhas de montagem trabalharem 4 horas incessantemente, as modificações foram as seguintes:

- Bomba de óleo de cilindrada variável
  - Aumento de várias estantes fixas, para ser possível abastecer uma maior e mais ajustada quantidade de UCs;
  - Aumento dimensional de vários tubos de abastecimento;
- Tampa da culassa
  - Criação de uma segunda estante, igual à estante existente, mas colocada noutro local da linha de montagem, para duplicar a capacidade.

No entanto, não foram feitas apenas alterações no bordo de linha motivadas pelas capacidades das linhas de montagem. Foram também levadas a cabo modificações a nível de dimensionamento das plataformas de receção, de localização das zonas de abastecimento, de tipos de plataforma a abastecer e de variadas questões ergonómicas relacionadas. As principais transformações feitas no bordo de linha do setor CM foram:

- Bomba de óleo de cilindrada variável
  - Alterações em várias estantes fixas para ir de encontro à ergonomia ótima;
  - Modificações e compactações de estantes, reduzindo o número de plataformas de abastecimento;
  - Realocação das estantes em locais estratégicos, simultaneamente próximos do posto de consumo e do local de paragem do *charlatte*;
  - Redefinição das marcações ao solo para os locais definidos para as plataformas de abastecimento.



Figura 24: Estante 1 da BOCV (antes)



Figura 25: Estante 1 da BOCV (depois)

- **BSE**
  - Alocação da totalidade dos componentes da linha numa estante fixa apenas, eliminando a outra estante existente inicialmente;
  - Criação de uma estante fixa com rodas para manusear a estante para um local mais próximo da paragem do *charlatte* aquando do abastecimento das peças, reduzindo os passos com carga do operador;
  - Definição do local da estante, próximo do posto de consumo das peças, sendo realizada a marcação ao solo correspondente.
- **Rampa de balanceiros**
  - Criação de uma nova estante, mais pequena, mais leve, com rodas para poder ser movimentada até ao local de paragem do *charlatte*, abastecida e retornada ao seu local para consumo das peças. Além deste detalhe, a estante agora tem autonomia para pouco mais de 8 horas, em contrapartida ao estado anterior, cuja autonomia era mais de 24 horas, levando por vezes a um excesso de peças na linha de montagem;
  - A nova estante resolveu também os problemas de ergonomia associados a esta linha de montagem: as rodas fazem com que o operador deixe de caminhar uma dezena de metros com carga, várias vezes, para abastecer as caixas;
  - A nível ergonómico conseguiu-se atingir um melhoramento considerável para esta UET, pois a estante foi concebida com especial atenção às alturas de abastecimento, situadas exatamente dentro da janela ótima.
- **Zona compactada**
  - Definição do local de abastecimento dos POEs nesta zona cujo espaço na UET é expressamente reduzido. Trabalhou-se com base nos outros fluxos que também são abastecidos na linha, definindo-se o local com marcações ao solo para todos os componentes utilizados, não só para os produtos de origem externa.

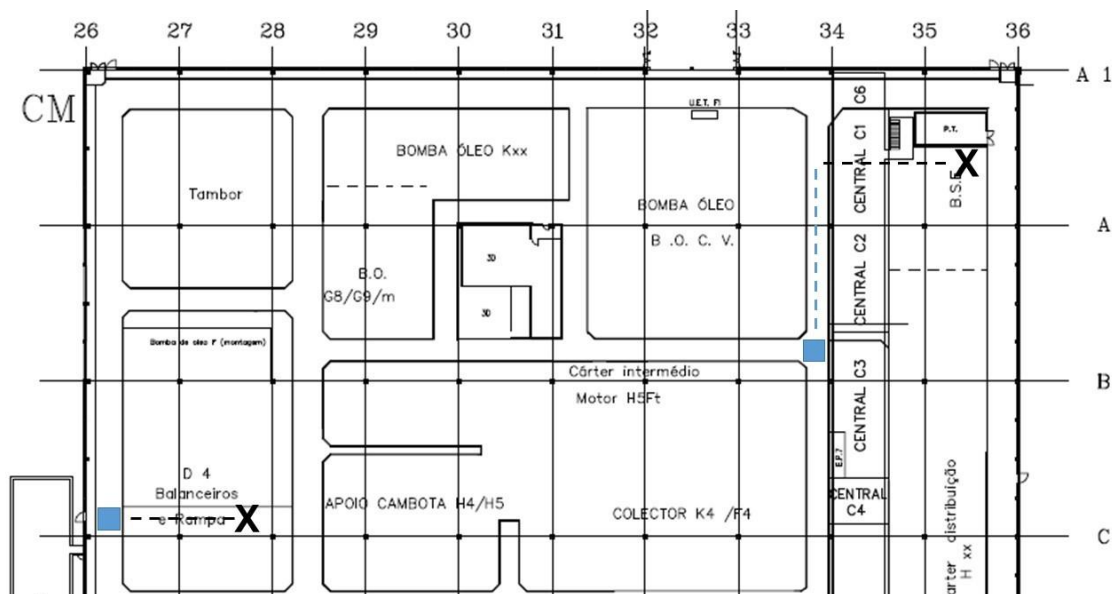


Figura 26: Demonstração dos movimentos das estantes da rampa de balanceiros e da BSE

Na imagem estão explícitas as modificações na criação das estantes com rodas para as UETs rampa de balanceiros e BSE. A cruz marca a localização da estante, o tracejado preto simboliza a movimentação da estante até ao limite da UET e o tracejado azul simboliza os passos do operador com carga. O quadrado azul representa o local de paragem do *charlatte*.

Para se ter uma noção da complexidade envolvida nestas pequenas alterações, na rampa de balanceiros o operador tinha de abastecer 12 embalagens de três diferentes componentes, a cada 8 horas, representando um peso total de 111kg de embalagens. Com a movimentação da estante para a zona de paragem do *charlatte*, o operador deixou de se deslocar com carga e o processo ficou consideravelmente mais rápido. No caso específico da BSE, só se abastecem 6 embalagens de dois distintos componentes, representando um total de 36kg. Devido à impossibilidade de o operador passar no corredor mais à direita do setor CM no percurso da volta das 8 horas e à verificação da não-viabilidade associada à incorporação do abastecimento desta UET noutra volta, ficou estipulado que o operador levaria os componentes até à zona de passagem, repartidos por três viagens, respeitando o limite ergonómico de 15kg com embalagens empilhadas (anexo K).

As alterações no bordo de linha revelaram-se de extrema importância para uma implementação bem-sucedida do novo plano de abastecimento. O sucesso do abastecimento dos POEs não está dependente apenas do operador logístico nem das quantidades que transporta, onde e como. As organizações das UETs e do armazém são de fulcrais para que o processo de abastecimento seja fluído e não haja lugar a paragens nas linhas de montagem. Com estas modificações no bordo de linha, acelerou-se o processo de abastecimento, eliminaram-se inúmeras questões desfavoráveis no capítulo ergonómico, reduziram-se os movimentos do operador logístico e otimizou-se o consumo de peças para a própria linha de montagem, melhorando as condições para os operadores de fabricação.

#### 4.5.2.2 Criação dos percursos e mudanças nos sentidos de circulação

Com base na primeira análise feita aos percursos realizados pelos operadores logísticos dentro da zona de fabricação e segundo os sentidos de circulação definidos para o setor CM, realizou-se um estudo para tentar colocar as voltas de abastecimento em funcionamento, com percursos elaborados de forma a minimizar tempos e distâncias entre UETs, procurando sair do armazém, passar em todas as linhas de montagem presentes naquele trajeto e voltar ao armazém. Neste momento do projeto, as UETs estavam distribuídas como mostra a figura 27.

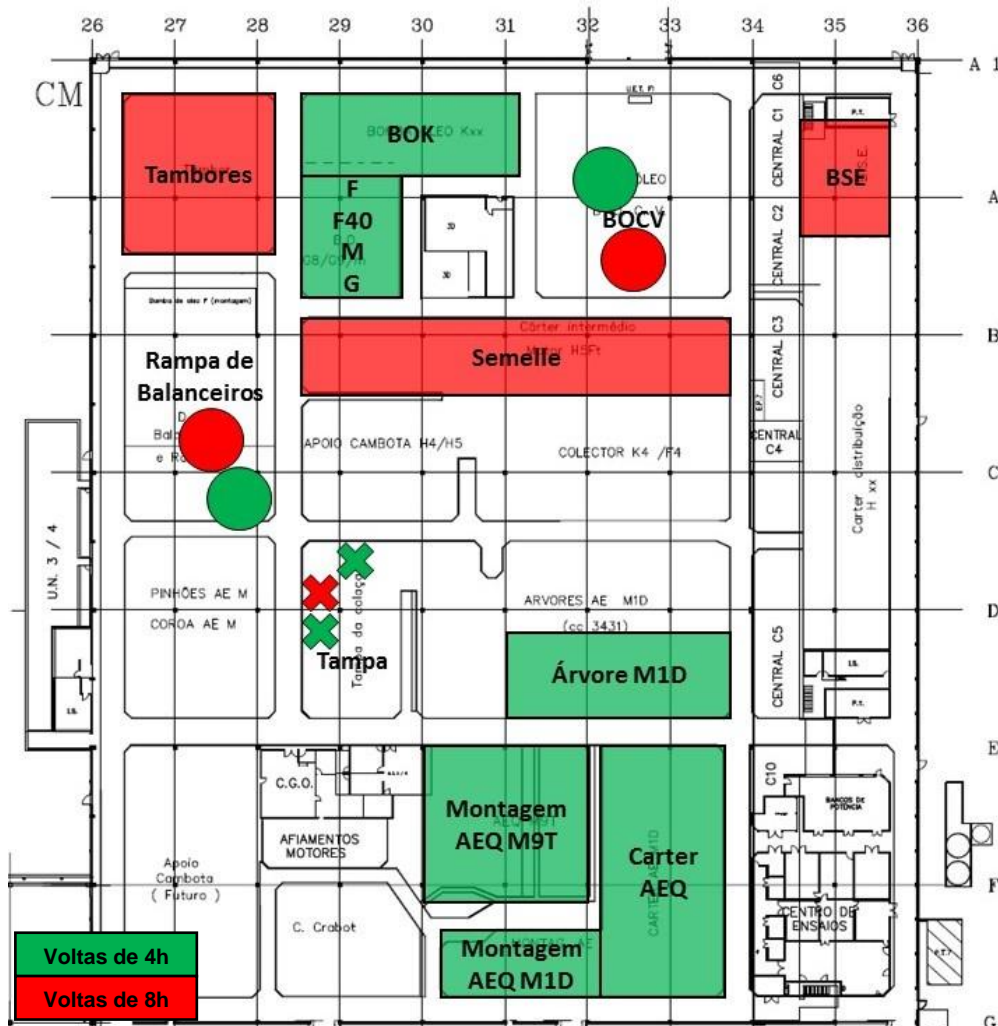


Figura 27: Distribuição das UETs segundo tempo entre voltas de abastecimento

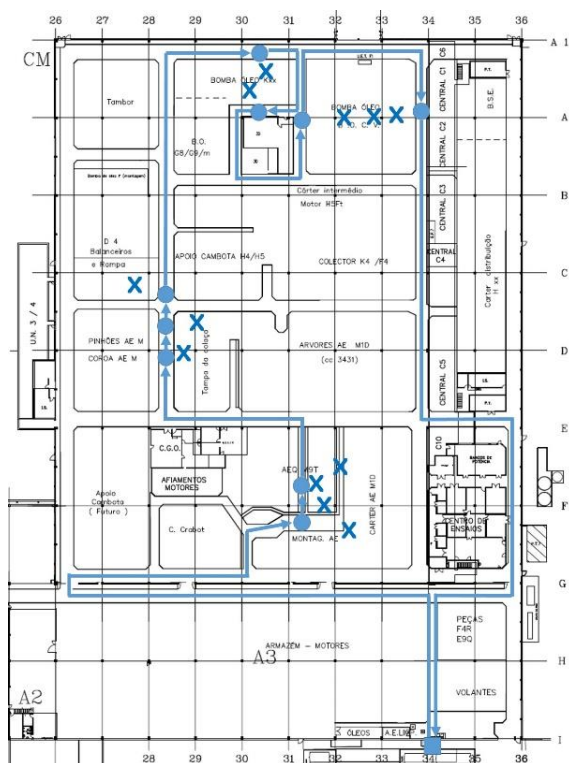
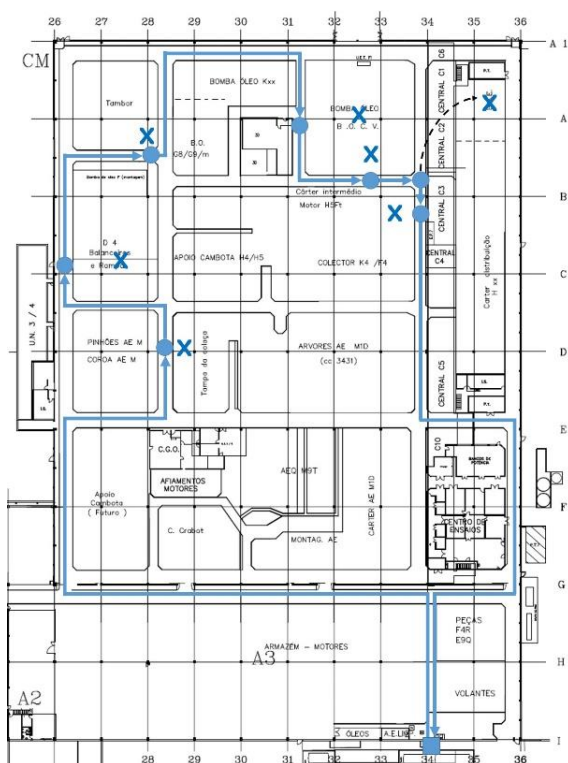
Nesta figura pode-se analisar que as UETs BSE, tambores e semelle seriam somente abastecidas segundo voltas distadas de 8 horas e as UETs bomba de óleo K, zona compactada, e árvores de equilibragem seriam abastecidas em voltas de 4 horas. Tanto a bomba de óleo de cilindrada variável, como a rampa de balanceiros e a tampa da culassa teriam componentes a serem levados para a linha de montagem segundo diferentes espaçamentos de tempo. No caso da BOCV e da rampa de balanceiros, os círculos presentes na imagem, simbolizam que uma das zonas de abastecimento seria abastecida de 4 em 4 horas e outra a cada 8 horas. Já no caso da tampa da culassa, só existe uma zona de abastecimento; o que difere é que há três estantes fixas para abastecer e que

duas delas estarão definidas nas voltas de 4 horas e uma delas, assinalada a vermelho, terá capacidade para pelo menos 8 horas de consumo.

Definiu-se então que existiria uma volta de 8 horas que teria de passar por todas as zonas assinaladas a vermelho na figura 27. Com base nos locais de abastecimento das linhas de montagem já atualizados, pós-mudanças nos bordos de linha do setor CM, estudou-se a melhor possibilidade para a definição do percurso. Tendo por base os sentidos de circulação definidos para o setor CM, o percurso teria obrigatoriamente de começar pela ala esquerda da zona de fabricação. Naturalmente, a primeira UET a ser abastecida seria a tampa da culassa, seguida da zona 2 da rampa de balanceiros e por fim os tambores. Desta maneira, toda a ala esquerda do setor estaria abastecida. Restaria abastecer alguns locais da BOCV, a BSE e a semelle. Após abastecer a bomba de óleo de cilindrada variável encontra-se um conflito. Numa volta será impossível passar na BSE e na semelle, pois só se pode descer por um dos dois caminhos. A proposta para a definição do percurso prende-se com o transporte das peças de forma manual até à zona de passagem para a estante, como foi explicado no ponto anterior. Optou-se por abastecer a BSE segundo este sistema, devido às quantidades de embalagens a colocar na linha de montagem por turno serem apenas 6 e de relativamente pouco peso, juntando à baixa quantidade de passos do operador logístico. Desta forma são evitadas manobras indesejadas do *charlatte* e não se desrespeitam os sentidos de circulação definidos.

Para definir o percurso para a volta de 4 horas, partiu-se exatamente do mesmo pressuposto. No entanto, para se abastecer todas as UETs apenas num trajeto, começou-se por ir contra algumas regras definidas para os sentidos de circulação. O primeiro corredor horizontal, principalmente frequentado pela passagem de AGVs, estava definido para ir da direita para a esquerda. No entanto, na fase de conceção e elaboração do percurso, definiu-se que para se obter sucesso na definição do trajeto a percorrer pelo operador logístico nesta volta, esse corredor teria de ser feito da esquerda para a direita. A primeira UET a abastecer seria então a árvore de equilibragem, seguida da tampa da culassa. Para se fazer o trajeto entre estas linhas de montagem, outro corredor teria de ser feito no sentido contrário ao pressuposto pela organização. De seguida iria ser abastecida a rampa de balanceiros e o último passo seria o carregamento das plataformas das bombas de óleo: primeiro a bomba de óleo K e depois a bomba de óleo de cilindrada variável. A única possibilidade para aprovisionar as quatro zonas de abastecimento destes dois locais na mesma volta seria com incorporação de um pequeno percurso em redor do gabinete de tecnologia 3D do setor CM, localizado precisamente entre as duas UETs, facilmente identificável na figura 29.

Avançou-se com estas propostas para definição de percursos para o abastecimento dos produtos de origem externa no setor CM da fábrica de Cacia. As figuras 28 e 29 demonstram, respetivamente, os dois diferentes percursos para as duas voltas de abastecimento: a volta de 8 horas e a volta de 4 horas.



Com base nestes percursos definidos, foi proposto aos departamentos de fabricação e de engenharia a alteração dos sentidos de circulação do setor CM, inserindo algumas condicionantes, indispensáveis para o bom funcionamento do processo de abastecimento que vinha a ser modificado desde o início deste projeto. O documento exposto como proposta para o novo modelo de sentidos de circulação do setor CM está presente na figura 30 e tem como principais modificações a inserção de quatro corredores com duplo sentido, tendo sido testados com base na largura e na afluência dos corredores e com a possibilidade de haver conflito de rotas entre *charlattes*, empilhadores e AGVs, sem originarem paragens nos fluxos. Como se pode verificar na imagem, preza-se a deslocação horizontal no sentido da esquerda para a direita, sendo que a nível vertical usa-se a metade esquerda para subir e a metade direita para descer, como havia sido definido previamente. As únicas exceções são mesmo a criação de vias com sentido duplo: três na horizontal e uma na vertical. Esta proposta foi aceite pela hierarquia, tendo sido exposta aos outros departamentos que consentiram as alterações sugeridas e procederam à difusão da mesma e consequente aplicação.



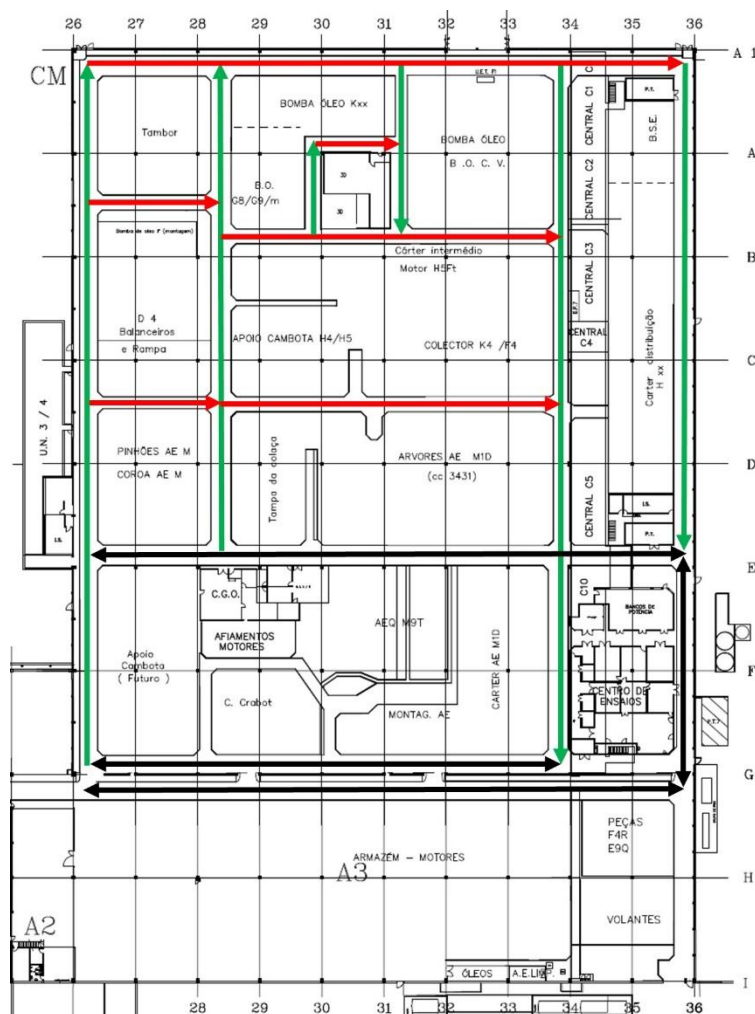


Figura 30: Definição dos sentidos de circulação dentro do setor CM

#### 4.5.2.3 Colocação em vigor do novo plano de abastecimento

Após a definição das quantidades a transportar, do número de voltas a fazer, da decisão acerca do intervalo de tempo entre estas e da determinação dos percursos a efetuar, seguidos das alterações levadas a cabo no bordo de linha e nos sentidos de circulação, o plano de abastecimento estava pronto a ser colocado em funcionamento. O último passo antes de tornar o documento numa versão impressa e colocá-lo nas mãos do operador era definir os horários das voltas, das pausas e das tarefas de *desmixagem* e arrumação. As voltas tinham sido definidas tendo em conta o equilíbrio em quantidades de UC a abastecer e de cargas a transportar. No entanto, havia a possibilidade de haver voltas desfasadas em termos de duração porque existem plataformas mais fáceis de abastecer do que outras, embalagens mais facilmente manuseáveis, locais mais fáceis de aceder, entre outras variantes que afetam a duração das atividades. Outra particularidade que foi alterada em relação aos planos de abastecimento usados anteriormente no setor foi a ordem com que as peças surgem no plano. Anteriormente, o plano de abastecimento era subdividido por UETs, e as peças de cada linha de montagem estavam organizadas primeiramente segundo tipo de peça e depois segundo a sequência de montagem do produto final. A implementação do novo plano trouxe a exibição das peças a abastecer segundo ordem de *picking*, estando organizadas com base nas localizações de armazém.

Assim, o operador pode entrar no túnel com as plataformas vazias e seguir o plano de forma sequencial, chegando ao fim do túnel com as bases carregadas, poupando o tempo de procura das peças e os movimentos associados, como tinha que fazer anteriormente.

Procedeu-se então à medição de tempos, numa fase de teste do novo plano de abastecimento, tendo sido analisados os três turnos, três vezes cada turno, operando os três exatamente da mesma forma, coisa que previamente não acontecia, porque o trabalho *standardizado* não estava enraizado neste posto. Cada operador fazia da maneira que achava melhor, apenas com o objetivo de não deixar as linhas de montagem sem peças. Com base nas medições de tempos presentes no anexo M, criou-se a componente que faltava para completar o plano de abastecimento final: o horário das tarefas.

O plano foi, geralmente, bem aceite pelos cinco operadores responsáveis pelo posto de abastecimento de POEs no AT3/4 e esteve em uso de forma incondicional durante várias semanas, sem ter havido lugar a nenhuma falha de componentes nas linhas de montagem no período em que esteve em vigor.

#### **4.5.3 Alterações em armazém**

Após implementar o plano de abastecimento, procurou-se resolver as várias anomalias detetadas em armazém, consideradas pertinentes. Proceder a alterações para colmatar essas falhas revelou ser um processo exigente e complexo, tal a quantidade de partes envolvidas no mesmo. Praticamente todas as modificações que se idealizaram culminavam em alterações nas localizações das peças em armazém. No entanto, para alterar uma localização em armazém é necessário um conjunto de procedimentos algo morosos, mesmo sendo uma tarefa, relativamente fácil de consumir a nível físico.

Para reorganizar o armazém, começou-se por elaborar o *layout* do mesmo e respetiva documentação, segundo a base de dados das localizações do armazém da empresa. A organização do armazém está disponível na pasta partilhada da empresa e pode ser consultada para verificar em que zonas estão alocadas as peças, quantas zonas estão livres para colocar novos componentes e quantos locais de desbordamento existem. Este *layout* está presente no anexo L.

Os principais problemas identificados na organização do armazém, ao longo do projeto foram a dificuldade de abastecer e carregar uma plataforma de transporte da organização, mesmo com a implementação das peças organizadas no plano segundo a ordem de *picking* e a questão ergonómica da posição das embalagens, havendo cerca de 80 diferentes UC cuja cota ergonómica não respeitava as alturas definidas pela organização como ótimas. Para tentar solucionar o problema associado ao excesso de locais de desbordamento no armazém motores, está-se a ponderar aumentar o uso de uma prática que a empresa adotou em 2015 e que se revelou uma implementação de sucesso: a definição de mais zonas a operar segundo o sistema de supermercado logístico. Atualmente, cerca de 30% do armazém funciona segundo este sistema, tendo inúmeros fatores positivos associados. O funcionamento é simples: a RA transporta as paletes para os níveis superiores e, no horário definido no plano do operador para *desmixagem*/arrumação, o abastecedor baixa as paletes, abre as mesmas e coloca as caixas no supermercado, para estas estarem aptas para, quando necessárias, serem recolhidas e carregadas para as plataformas de transporte, do outro lado do túnel.





Figura 31: Lado de carregamento



Figura 32: Lado de consumo

#### 4.5.3.1 Criação da zona de transferência

A nível de alterações levadas a cabo no armazém, implementou-se uma zona denominada zona de transferência, localizada no lugar assinalado na figura seguinte.

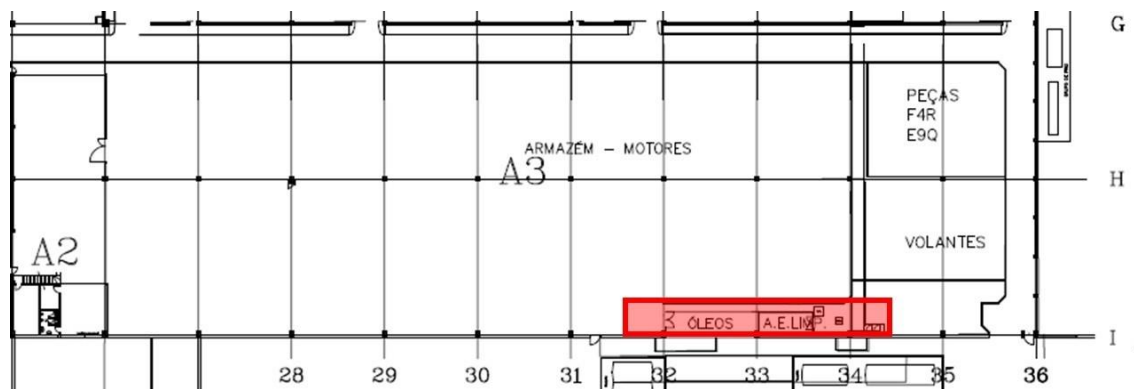


Figura 33: Localização da zona de transferência

Esta zona serve para alocar todas as plataformas de transporte de produtos de origem externa e situa-se no final do armazém dos POEs, localização escolhida para que o operador logístico, quando termina uma volta, possa percorrer o túnel e recarregar as plataformas de transporte, deixando-as carregadas no local definido na figura.

#### 4.5.3.2 Implementação do quadro de gestão visual

Com base na organização de *layout* existente, resolveu-se atualizar o quadro de gestão visual, para tornar facilitada a identificação das peças e das suas localizações. Esta implementação, além de ajudar o operador do abastecimento dos POEs do AT3/4, foi levada a cabo principalmente para facilitar o processo de colocação das peças no armazém por parte do operador responsável pelo transporte dos componentes desde o cais de receção até ao armazém dos motores. Quem também sai beneficiado desta implementação são os TGP's que, quando necessitam de fazer um levantamento das quantidades de algum componente cujo controlo de *stock* é especialmente complicado de efetuar e tem de se contar as embalagens existentes em armazém, podem consultar o quadro e facilmente encontram a referência da peça e a respetiva localização.



Figura 34: Quadro de gestão visual

#### 4.5.3.3 Análise das possibilidades para alterações de localizações

Reorganizar o armazém é um processo considerado de enorme complexidade. As alterações devem ser implementadas nos sistemas da organização, pois não é o serviço de armazéns a única parte envolvida com as localizações dos componentes no armazém de POEs. Todos os *ateliers* do departamento da logística industrial da empresa são decisores no que toca a qualquer alteração que possa ser levada a cabo. Principalmente a receção administrativa, pois é a equipa responsável pela colocação dos componentes em armazém, respeitando as etiquetas-gália de cada produto, colocadas nas paletes mal o produto chega à organização, que contêm a localização respetiva da referência. É necessário alocar inúmeros recursos humanos para proceder às alterações físicas que se

pretendem e, de seguida, fazer as alterações a nível informático em todos os ficheiros associados.

Com base na natureza dos problemas identificados, a solução idealizada para otimizar a organização do armazém é definir as localizações das peças em zonas delimitadas segundo as voltas. Ou seja, criar zonas que armazenem apenas as peças utilizadas no abastecimento de uma volta e, dentro dessa zona, que certamente terá várias UETs associadas, a ideia passa por subdividir por UET. As peças comuns a várias voltas e/ou várias UETs devem estar situadas à entrada do túnel, numa zona definida como mista. Pretende-se que o operador que esteja a carregar a base para uma volta entre no túnel, carregue as peças dessa volta que são comuns a várias voltas e/ou UETs e que percorra o túnel até chegar à zona da respetiva volta que vai efetuar. Nessa zona encontrará também uma disposição ordenada por UET, ou seja, primeiro encontrará todas as peças que vai abastecer nessa volta numa UET e, de seguida, ainda na zona respetiva dessa volta, encontrará as peças correspondentes à UET seguinte, e assim sucessivamente até chegar ao fim das linhas de montagem a abastecer nesse percurso e, consequentemente, ao fim dessa zona do armazém.

A título exemplificativo, tendo por base a volta de 8 horas definida no ponto 4.5.2.2, a proposta de alterações para o armazém passaria pela criação de uma zona denominada volta de 8 horas. Dentro desta zona estariam disponíveis os componentes que se abastecem nesta volta e estariam organizados segundo UETs, ou seja, teria todas as peças que são abastecidas em 8 horas da tampa da culassa, seguidas da rampa de balanceiros, da BOCV, dos tambores, da BSE e da semelle, separadamente e corretamente identificados. Caso existissem peças nesta volta que fossem comuns a várias voltas e/ou UETs, estas estariam mencionadas no plano de abastecimento do operador e encontrar-se-iam numa zona inicial do túnel de armazenamento.

Como é óbvio, esta é uma ideia arrojada e encontra-se ainda em fase de testes concetuais. Um dos principais entraves à aplicação desta sugestão é o facto de, caso sejam redefinidas as voltas de abastecimento ou se estas forem alvo de alterações, tenha de ser novamente reorganizado o armazém. Outro impedimento prende-se com as constantes modificações nas necessidades produtivas da organização e, consequentemente, na variação das necessidades das peças nas linhas, o que torna difícil o controlo do *stock* a nível de armazém que, embora se pretenda que seja sempre o mais baixo possível, por vezes torna-se indesejavelmente excessivo tal a incerteza associada a algumas linhas de montagem. Caso o armazém não esteja organizado para suprir este possível excesso de quantidade armazenada, podem surgir paletes colocadas no chão, que dificultam o processo de carregamento das plataformas de transporte, ou em localizações de desbordamento inadequadas, fazendo com que o operador responsável pelo abastecimento quando precisar dos componentes possa não saber onde estão ou não ter nenhum empilhador por perto para baixar os componentes.

A questão ergonómica também está invariavelmente relacionada com as localizações dos componentes em armazém. Para que não houvessem questões fora da cota ergonómica ótima definida pelo Grupo Renault, não poderiam ser consumidas nenhuma peças colocadas no solo. A altura mínima de colocação dos componentes em todo o armazém teria de ser a 500 mm, o que à partida pode-se revelar um fator impeditivo devido ao espaço de armazenamento que será perdido com esta implementação. No entanto, é um projeto que está a ser analisado, tendo começado no início do ano de 2017 e tendo

como limite perspectivado para implementação o final do ano civil. Caso se proceda com a expansão do sistema de supermercado logístico para todo o armazém de POEs, além de todas as vantagens conhecidas associadas, consegue-se eliminar esta problemática de enorme pertinência nos interesses da organização. Se não se proceder com esta implementação, terão de ser encontradas soluções para esta temática, analisando o espaço disponível no armazém e as possibilidades de alocação de componentes permitidas.

#### **4.5.4 Criação de um novo modo de abastecimento**

Com a nova definição das voltas, das quantidades a abastecer e com as alterações a nível do bordo de linha e dos percursos entre UETs, houve um ganho de tempo significativo, principalmente devido à inserção de uma volta idealizada para intervalos de 8 horas. Outra melhoria incontestável prendeu-se com a ergonomia que foi ganha em termos de bordo de linha, com as alterações e criações de plataformas de abastecimento que respeitassem os pressupostos ergonómicos vigentes na organização. Também os operadores das linhas de montagem tiraram proveito destas alterações, tendo os componentes mais acessíveis, mais próximos do local de consumo e ficando livres de qualquer função correspondente à logística, dentro da própria UET. Cabe ao operador de fabricação somente recolher as embalagens da plataforma e colocar no posto de consumo para montar as peças. As paragens das linhas de montagem por falta de peças tornaram-se praticamente nulas e a percentagem de ocupação do operador logístico diminuiu consideravelmente.

No entanto, continuaram a ser identificadas algumas questões desfavoráveis, nomeadamente a nível de tempo despendido no carregamento e descarregamento das plataformas de transporte, pois continuavam a haver apenas três bases rolantes planas e dois contentores para atrelar ao *charlatte*, o que obrigava o operador logístico a realizar as tarefas de carregamento e descarregamento das bases rolantes, pelo menos cinco vezes por turno. O operador logístico colocava os componentes necessários para realizar cada volta nas duas ou três bases, consoante as quantidades e dimensões das UC em questão, e quando queria fazer outra volta era obrigado a descarregar os componentes que não tinham sido abastecidos nessa sequência de abastecimento, voltando a colocar os mesmos no supermercado logístico e ainda descarregar os vazios recolhidos nas UETs. A utilização das bases rolantes planas trazia ainda outros dois problemas pertinentes: o acondicionamento das UCs é deficiente, podendo haver quedas de peças e consequentes sucatas e a cota ergonómica da colocação das embalagens na base e do levantamento das mesmas para abastecer nas linhas é, para a maioria das embalagens, desrespeitada, tal a proximidade do solo associada. No anexo H está presente um excerto do documento que demonstra a janela de alturas a que devem estar acondicionadas as embalagens na base rolante plana.

Procurou-se encontrar uma solução para o modo de abastecimento em vigor desde 2015, o sistema *charlatte* com bases rolantes planas atreladas. Com base numa análise ao mercado envolvente e às possibilidades, idealizou-se a criação de um novo modo de abastecimento, segundo estantes móveis. Estas estantes seriam idealizadas e concebidas na fábrica de Cacia, e seriam construídas num suporte rolante, uma base adquirida fora da organização. A ideia passaria pela construção de uma estante, do mesmo formato que as

estantes fixas existentes nas linhas de montagem, mas uma estante capaz de ser movimentada a uma velocidade considerável, que fosse atrelável ao *charlatte* e transportável entre o armazém e as UETs.

#### **4.5.4.1 Análise da viabilidade**

Numa primeira análise acerca da decisão de avançar ou não para esta possibilidade, definiram-se as principais alterações que se sentiriam com a mudança do modo de abastecimento. A nível ergonómico, as melhorias seriam muito significativas, devido à definição na estante de locais destinados a referências específicas, colocados de forma estratégica a uma altura respeitadora da cota ergonómica indicada para o peso em questão. A nível de quedas de materiais, a probabilidade de ocorrências baixaria para próxima da nulidade, devido à própria construção da estante possuir os batentes e as calhas laterais, concebidas para um melhor e mais adequado acondicionamento das UCs. Mas a principal melhoria e a maior alteração que poderia advir desta implementação estava presente na redução do número de movimentos do operador e consequente carga, e na consequente diminuição de tempo despendido para fazer cada volta de abastecimento. Com a incorporação do sistema *charlatte* com estantes móveis atreladas, o operador logístico deixaria de precisar de carregar as peças do armazém para a base rolante, para voltar a descarregar para a plataforma de abastecimento na UET. O operador limitar-se-ia a carregar a estante móvel em armazém, transportá-la para a linha de montagem e deixar a mesma no bordo de linha para ser diretamente alvo de consumo pelo operador de fabricação. Os ganhos seriam enormes e, com base nas medições de tempo previamente feitas, verificou-se que a remoção do tempo de descarregamento da base rolante, para a plataforma de consumo localizada na linha de montagem, traria um ganho enorme de tempo para o operador logístico.

Antes de proceder ao pedido de aquisição dos componentes para construção destas estantes móveis, foi preciso definir em que UETs se iria utilizar este modo de abastecimento, como seria feito, as dimensões das bases a encomendar e o número de bases para construção de estantes que se iriam solicitar, justificando a necessidade de compra destas bases e dos componentes para construção da estrutura ao departamento de compras.

A zona escolhida para se testar a utilização das estantes móveis foi a zona compactada, as bombas de óleo F, F40, G e M. Visto que esta zona foi descurada aquando da criação do novo plano de abastecimento e devido à escassez de recursos disponíveis para o transporte das UCs necessárias (quantidade considerável) para abastecer por turno, era a zona com maiores possíveis problemas aquando do arranque a 100%, que se perspectivava próximo. Foi proposto ao departamento de compras um pedido de aquisição de quatro bases rolantes com capacidade para construção de uma estante, juntamente com os componentes estruturais respetivos: tubos, calhas, rolamentos e acessórios. A possibilidade de incorporar estas estantes móveis no processo de abastecimento às linhas de montagem foi avaliada em conjunto com o departamento de fabricação, nomeadamente os responsáveis pelo setor CM, que concordaram em avançar com esta ideologia, caso os benefícios perspectivados fossem possíveis de obter. A nível das linhas de montagem, a única diferença estaria presente na alteração da plataforma de abastecimento, para uma com dimensões fixas, tendo que ser criado um local na linha, com marcações ao solo, para



o operador logístico colocar a estante móvel para posteriormente ser alvo de consumo de peças. Já para o serviço de armazéns, as melhorias esperadas seriam de enorme pertinência.

#### **4.5.4.2 Definição de construção de estantes em base rolante**

Para idealizar uma estante móvel, é necessário utilizar dados previamente obtidos sobre os componentes. Para cada UET, é necessário analisar os seguintes dados, para cada peça pertencente ao processo de montagem do produto final:

- Quantidade necessária para o período de tempo em questão;
- Tipo da embalagem;
- Dimensões da embalagem;
- Peso da embalagem

Além destes dados, é necessário ter em conta também as dimensões da base para construção da estante e de todas as estruturas utilizadas na construção da estante móvel. Aquando da construção, devem-se alocar os componentes a transportar na estante, procurando respeitar as condições ergonómicas e deve-se tentar obter um centro de massa o mais nivelado ao centro possível, porque a estante irá circular a uma velocidade a rondar os 10km/h, atrelada ao *charlatte*.

Foi criado um documento *standard* para a idealização das estantes móveis, no *software* Microsoft Excel, no qual estão também presentes a estrutura da estante, todas as informações relativas pertinentes, o cálculo do centro de massa e a análise ergonómica da mesma. No anexo N, pode-se observar o exemplo do documento auxiliar à construção da estante móvel criada para a bomba de óleo F. Este documento tem ainda de conter todos os componentes e matérias-primas a utilizar na construção da estante, incluindo as dimensões dos tubos e das calhas, para ser entregue ao serralheiro alocado ao departamento da logística, que apenas tem de cortar e preparar todo o material para construir a estante, com as exatas dimensões que estão idealizadas no ficheiro fornecido.

A primeira estante construída em base móvel a circular no setor CM da fábrica de Cacia foi a estante móvel F, construída para funcionar em voltas de 8 horas, e está presente na figura 35. De seguida foram construídas as outras três estantes para a zona compactada: estantes móveis para as bombas de óleo G, F40 e M, partindo dos pressupostos definidos para a criação deste tipo de plataformas de abastecimento. Testou-se o seu uso na zona compactada, tendo sido obtido um *feedback* extremamente positivo, tanto pelos operadores das linhas de montagem, como principalmente pelos operadores logísticos do posto em questão.



Figura 35: Primeira estante móvel construída para o setor CM

#### 4.5.4.3 Aplicação do conceito e reformulação do sistema de abastecimento

Antes de adquirir mais bases para construção de estantes, verificaram-se algumas questões por otimizar, associadas à utilização destes meios na zona compactada. Esta zona de produção de bombas de óleo foi concebida para montar apenas um tipo de bomba diferente de cada vez. Verificou-se que, depois do arranque desta zona a produzir a 100%, a principal bomba de óleo a ser montada era a bomba de óleo F e que de seguida era a bomba de óleo M. Por último, as estantes geradas para as bombas de óleo G e F40 eram muito raramente utilizadas. Com recurso ao GPI, foi analisado o histórico de produção da linha compactada, desde o início deste projeto de compactação, verificando-se que a percentagem de tempo a produzir a bomba de óleo F rondava os 73%, seguido de 13% para a bomba de óleo M e os restantes 14% a serem divididos entre as bombas de óleo G e F40 (8% e 6% respetivamente).

As quatro estantes construídas estavam definidas para operar em ciclos de 8 horas. Facilmente se verificou que as estantes construídas para as duas bombas de óleo que trabalhavam muito esporadicamente tinham imenso espaço livre na sua constituição. Em contrapartida, o uso constante da estante F criava alguns dissabores ao operador, pois de 8 em 8 horas a estante tinha de ser trazida a armazém para ser reabastecida e novamente levada à linha. Neste intervalo de tempo de, na melhor das hipóteses na perspetiva do operador logístico, cerca de 25 minutos, a linha ficaria apenas com as embalagens que estavam a ser consumidas no posto de trabalho, podendo haver a possibilidade de quebras na produção devido a falta de componentes para montar. O passo lógico foi a criação de

uma outra estante móvel para a bomba de óleo F, exatamente igual à existente para funcionar segundo um sistema de troca da vazia pela cheia. A ideia seria ter uma estante cheia em armazém e, de 8 em 8 horas, ir à UET levar esta estante, trazendo a estante cujas peças havia sido consumidas nas últimas horas e recarregar esta estante aquando da chegada a armazém, novamente. Devido ao processo de alterações do modo de abastecimento estar ainda numa fase embrionária, não foi possível adquirir outra base para construção de estante. No entanto, procedeu-se à junção dos dois tipos de bomba de óleo menos produzidos na fábrica de Cacia e libertou-se uma base para construção de outra estante móvel F (anexos O e P). Com estas implementações eliminaram-se todas as plataformas de abastecimento que existiam nesta UET, tendo deixado esta linha de montagem com muito mais espaço disponível. No momento após a junção das estantes móveis G e F40, seguida da criação da segunda estante móvel F, a empresa possuía quatro estantes móveis: duas (iguais) para a bomba de óleo F, uma para a bomba de óleo M e uma última concebida para as bombas de óleo G e F40, todas com capacidade para operar em ciclos de 8 horas. Como esta zona de montagem não operava segundo um filme de produção predefinido, apenas com base em encomendas semanais, foi implementado um sistema de pedido de estante.

O funcionamento é simples: o condutor de linha ou o chefe de UET, quando quer mudar o tipo de bomba que está a montar ou precisa de uma nova estante do tipo de bomba que está a produzir, faz o pedido de nova plataforma de abastecimento móvel, apenas carregando no botão correspondente à estante que precisa e, de forma instantânea, aparece no monitor colocado à saída do armazém de POEs o pedido da estante, tendo o operador logístico 60 minutos para a colocar na linha de montagem. Caso as três restantes estantes estejam completamente abastecidas em armazém, como é suposto, dificilmente o tempo de rutura estipulado será quebrado, levando ao bom funcionamento deste sistema de pedidos, inicialmente implementado no setor CM para os fluxos geridos por AGVs.



Figura 36: Interface na UET



Figura 37: Visor com todos os pedidos efetuados no setor CM



Rapidamente, foram adquiridas mais quatro bases para construção de estantes, tendo sido alocadas às UETs que mais necessidades de peças têm, as duas principais bombas de óleo fabricadas na CACIA: a bomba de óleo K e a bomba de óleo de cilindrada variável. Foram construídas duas estantes móveis iguais para cada UET, para funcionar exatamente da mesma forma que as estantes móveis da bomba de óleo F, ou seja, trocando a vazia pela cheia. Apenas duas questões diferem:

- Estas estantes móveis foram elaboradas para operar em ciclos de 4 horas;
- O sistema de pedido não se utiliza neste tipo de bomba, sendo seguido o plano de abastecimento definido para realizar as voltas, distadas de 4 horas.

Até à data do término do estágio na fábrica de Cacia, mais nenhuma estante móvel foi construída. Os recursos físicos alocados para o transporte dos POEs aquando do fim do projeto são os seguintes:

- 8 estantes móveis
- 3 bases rolantes planas
- 2 contentores

Era altura de rever o plano de abastecimento, tão recentemente elaborado, incorporando estas consideráveis mais valias a nível de recursos físicos. A primeira questão resolvida foi a libertação da necessidade de incorporar os quatro tipos de bomba de óleo da zona compactada na definição do plano. Estes componentes seriam apenas abastecidos segundo pedido, sem hora predefinida, tendo sido construídas as estantes para uma autonomia superior a 8 horas. O abastecimento destes quatro tipos de bombas de óleo estaria assegurado.

As restantes estantes móveis seriam incorporadas algures numa volta presente no plano de abastecimento, devido à cadência produtiva contínua das linhas de montagem em questão, funcionando em ciclos de 4 horas, levando os componentes às linhas de montagem da bomba de óleo K e bomba de óleo de cilindrada variável, com a vantagem de o consumo das peças ser feito diretamente através da plataforma de transporte das mesmas. A estante móvel construída para a BOK foi alocada à zona (1) de abastecimento da UET, incluindo todos os componentes necessários à linha de montagem consumidos nessa zona (figura 38) e a estante móvel criada para a BOCV foi definida para o abastecimento da zona (1) da UET, tendo assumido quase a totalidade das peças consumidas nesse local (figura 39). A estante móvel K eliminou todas as plataformas presentes da zona (1) de abastecimento, como se pode observar na figura, tornando-se o único local com peças armazenadas nesse lado da UET. Quanto à estante móvel BOCV, esta tem outras plataformas próximas, como tubos e estantes fixas, localizadas na mesma zona de abastecimento.



Figura 38: Estante móvel K (zona 1 da UET)



Figura 39: Estante móvel BOCV (zona 1 da UET)

A figura 40, mostra a zona (2) de abastecimento da UET bomba de óleo K, onde se pode observar a presença de diferentes locais de armazenamento de componentes. Os componentes são trazidos para esta UET através de dois contentores, atrelados ao *charlatte*.



Figura 40: Zona 2 da UET (BOK)

Em relação à estante móvel BOCV, presente na figura 39, é importante referir a criação de um sistema de gavetas para transportar componentes que são recebidos pela organização em sacos e que são abastecidos em tubos. Esta sugestão foi idealizada pelo responsável do projeto, juntamente com o *chef de atelier*, tendo sido passada ao serralheiro da fábrica que tornou real o projeto. Com esta alteração, os sacos que dantes eram abastecidos em embalagens de plástico denominadas BAC-O-4325, de grandes dimensões que podem ser consultadas no anexo A, passaram a estar incluídos em gavetas, separadas e devidamente etiquetadas. O que anteriormente ocuparia um volume com as dimensões, em mm, de aproximadamente 900x900x400, agora ocupa um volume de 1000\*400\*400 milímetros cúbicos, libertando imenso espaço na estante móvel para incorporar outras referências.

Com a incorporação destas estantes móveis nas duas principais linhas de montagem de bombas de óleo da fábrica, alocaram-se todas as oito estantes móveis presentes na organização, como demonstra o seguinte esquema.

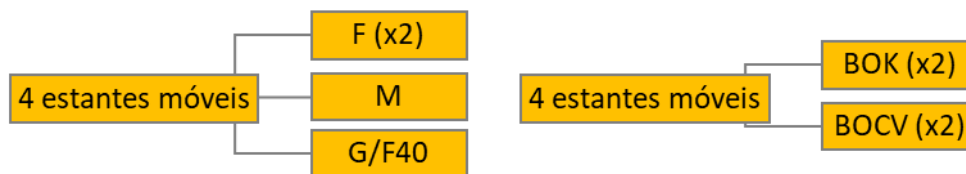


Figura 41: Alocação das 8 estantes móveis existentes para o setor CM

Os dois contentores existentes para abastecimento de POEs foram alocados para a exclusividade do abastecimento da zona (2) da bomba de óleo K, sendo posteriormente definidos como contentores K. O sistema utilizado seria semelhante ao das bases planas: carregar os contentores em armazém e descarregar os componentes na UET para as plataformas de abastecimento definidas para consequente consumo por parte da linha de montagem. Estes contentores, bem como as plataformas colocadas na UET específica, tinham apenas capacidade para operar segundo ciclos de 4 horas.



Figura 42: Alocação dos 2 contentores existentes

Para realocar todos os recursos físicos com as necessidades de transporte dos componentes para o abastecimento dos produtos de origem externa do setor CM, faltava definir o uso das três bases rolantes planas. A nível de UETs a abastecer, faltava saber-se como as peças chegariam às seguintes zonas:

- Árvore de equilibragem
- Bomba de óleo de cilindrada variável (2) e algumas plataformas de abastecimento da zona (1)
- BSE
- Rampa de balanceiros (1) e (2)
- Semelle
- Tambores
- Tampa da culassa

O objetivo seria definir 3 voltas diferentes, uma para cada base disponível, dando exclusividade para cada base pertencer apenas e só à volta em questão. Analisou-se a possibilidade de assumir este pressuposto, com base nas quantidades de embalagens que seriam necessárias transportar para abastecer estas UETs. Este trabalho teve como suporte a análise levada a cabo anteriormente, em que se estudou que zonas de abastecimento seriam alvo de voltas de 4 horas e que zonas seriam abastecidas apenas de 8 em 8 horas. Assumindo o estado atual de abastecimento, sendo a bomba de óleo de cilindrada variável (zona 2), a BSE, a rampa de balanceiros (zona 2), a semelle, os tambores e uma estante fixa da tampa da culassa, as plataformas abastecidas em ciclos de 8 horas, tentou-se definir uma base rolante plana para incluir todos estes componentes, satisfazendo as necessidades das linhas de montagem referidas para o período de tempo pretendido.

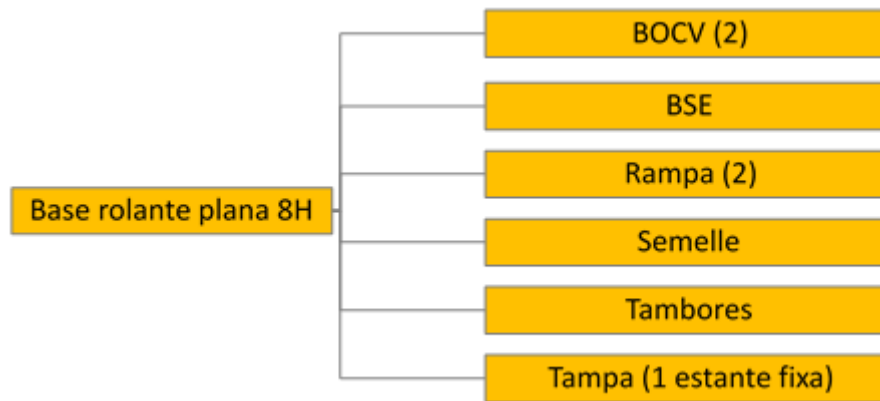


Figura 43: Alocação de uma base rolante plana (volta 8 horas)

As duas restantes bases planas teriam de serem alocadas ao abastecimento dos componentes que faltavam, pertencentes às seguintes zonas:

- Árvore de equilibragem
- Bomba de óleo de cilindrada variável: algumas plataformas de abastecimento da zona (1)
- Rampa de balanceiros (1)
- Tampa da culassa: duas estantes fixas

Estes locais tinham obrigatoriamente de ser abastecidos em voltas distadas de 4 horas, tendo sido alocadas as duas bases rolantes planas à totalidade dos componentes. Para definir as peças que fariam parte de cada base rolante, decidiu-se subdividir as zonas de abastecimento em duas diferentes voltas.

Após um processo longo e moroso de análise das quantidades que restavam incorporar nas bases rolantes de abastecimento, decidiu-se que a repartição das UETs seria a seguinte:



Figura 44: Alocação de uma base rolante plana (volta 4 horas)



Figura 45: Alocação de uma base rolante plana (volta 4 horas)

Definiram-se então as novas voltas de abastecimento, com uma particularidade nova para a organização: a cada volta correspondiam as suas plataformas de transporte, não

existindo partilha de estantes móveis, bases rolantes ou contentores entre diferentes voltas.

Outra alteração marcante e significativa, tal a mudança que trouxe aos procedimentos usualmente tidos na empresa, foi a implementação das voltas com apenas uma base rolante plana, em vez de transportar o máximo anterior estipulado de 3. Pode parecer uma opção algo contraproducente, devido ao óbvio acréscimo de tempo relacionado. Abastecer todos os componentes de três bases planas de uma só ida ao setor CM é claramente mais rápido do que levar uma base de cada vez, abastecer as UETs do setor e voltar ao armazém para recarregar a base e realizar outra volta com outra base. No entanto, esta implementação foi realizada para colmatar duas graves problemáticas que vinham sendo repetidas vezes sem conta no processo de abastecimento dos produtos de origem externa neste setor:

- Duração das voltas: com um sistema *charlatte* com várias bases rolantes planas atreladas, para se realizar uma volta, o operador logístico demorava imenso tempo e, com a implementação dos sistemas de pedidos de estante para a zona compactada, poderia surgir um pedido com o operador logístico a estar afastado do armazém por um elevado período de tempo, não o fazendo verificar que existia um pedido atempadamente e ultrapassando o tempo de rutura estipulado, fazendo a linha de montagem parar por falta de peças;
- Manobras: utilizando mais que uma base plana atrelada ao *charlatte* torna-se difícil a condução do *mizusumashi*, principalmente nas curvas. O operador logístico, com mais bases atreladas deve reduzir a velocidade de deslocamento de forma considerável, e a probabilidade de queda de peças ou de acidente aumenta exponencialmente. A má arrumação de componentes em algumas UETs, como o exemplo de contentores a ocupar os caminhos do setor em alguns locais, revelavam-se um problema difícil ou impossível de contrariar com três bases atreladas, sendo agora facilmente controlável. A incorporação de AGVs e a manutenção de fluxos geridos por empilhador, faz com que existam três diferentes transportadores de componentes no setor CM, e a probabilidade de se encontrarem em caminhos é elevada. Caso o *charlatte* esteja com mais do que uma base, terá de ser feita uma manobra de marcha-atrás ou terá de entrar numa zona de fabricação, com o solo pintado de amarelo, prática expressamente proibida nas políticas da organização.

Procedeu-se então à atualização do plano de abastecimento, estando em funcionamento até à data de término do projeto. A nível de quantidades a abastecer, não houve alterações em relação ao estado anterior, visto que as cadências máximas produtivas de cada linha se mantiveram equivalentes. O que realmente foi alterado com a incorporação das estantes móveis foi a atribuição das plataformas de transporte para cada UET/volta, apenas possível pelo aumento dos recursos físicos afetos a este processo. Definiram-se nomes para as voltas a incorporar no plano de abastecimento e testou-se a aplicabilidade das mesmas, em termos de tempo e de carga física associada. Resumidamente, a nova definição das voltas, segundo UETs e plataformas de transporte, está presente a seguinte tabela:



	UETs a abastecer	Plataforma de transporte
<b>BOK-BOCV</b>	Bomba de óleo de cilindrada variável	Estante móvel K
	Boma de óleo K	Estante móvel BOCV
<b>Contentores Kxx</b>	Bomba de óleo K	Contentor 1
		Contentor 2
<b>Volta 1</b>	Bomba de óleo de cilindrada variável	Base rolante
	Rampa de balanceiros	
<b>Volta AEQ-TC</b>	Árvore de equilibragem	Base rolante
	Tampa da culassa	
<b>Volta 2</b>	Bomba de óleo de cilindrada variável	Base rolante
	BSE	
	Semelle	
	Rampa de balanceiros	
	Tambores	
	Tampa da culassa	
<b>Volta Estantes FMG</b>	Bomba de óleo F	Estante móvel F Estante móvel M Estante móvel G/F40
	Bomba de óleo M	
	Bomba de óleo F40	
	Bomba de óleo G	

Tabela 3: Resumo da organização das voltas de abastecimento

Complementando a tabela, verifica-se que as voltas BOK-BOCV, contentores K, volta 1 e volta AEQ-TC foram idealizadas para 4 horas e apenas a volta 2 é feita de 8 em 8 horas. A volta das estantes da zona compactada não tem horário definido, estando as estantes construídas para uma autonomia de 8 horas. Atualmente, cada equipa faz obrigatoriamente 5 voltas de abastecimento de POEs ao setor CM. A volta das estantes funciona apenas se for efetuado um pedido de estante pela linha de montagem da zona compactada. Quando as plataformas de transporte não estão a ser utilizadas, situam-se na zona de transferência definida, preferencialmente carregadas, como mostra a figura 47.

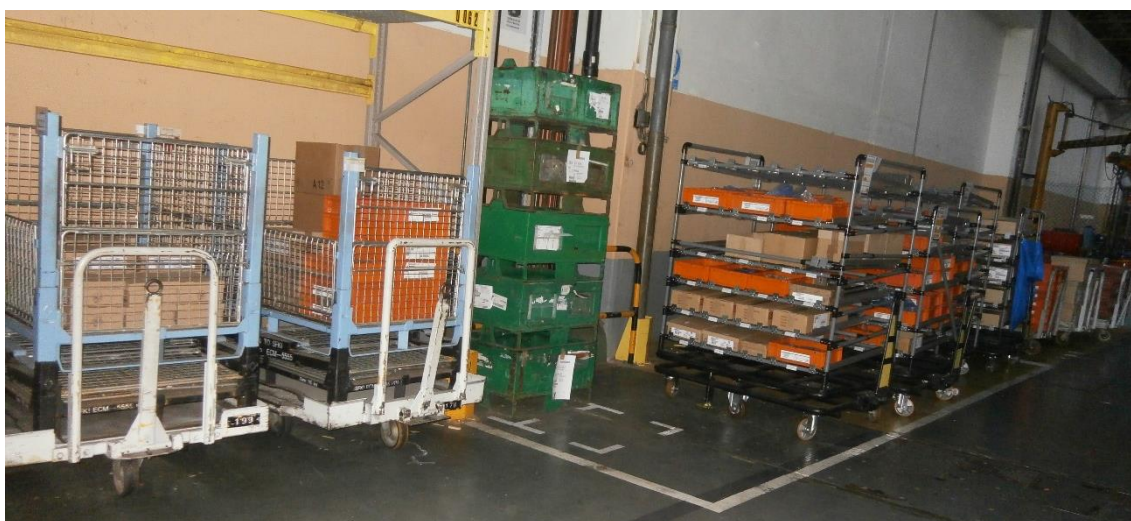


Figura 46: Zona de transferência com as plataformas de transporte

Além de todas as alterações levadas a cabo retratadas nos pontos anteriores deste documento, ocorreram outras mudanças pertinentes que podem passar despercebidas, tal a baixa dificuldade e o pouco grau de conhecimento associados. Estas mudanças podem-se resumir na identificação e etiquetagem de todas as plataformas de transporte, de abastecimento e de armazenamento afetas ao projeto. Foram criadas etiquetas com as referências das peças para colocar nas estantes fixas e móveis e no armazém. Foram criados documentos identificativos para colocar em cada plataforma de transporte de componentes para demonstrar quantos componentes de cada referência se deviam transportar e qual o local onde acondicionar as embalagens. Todo o processo de abastecimento se encontra definido e deve ser seguido de igual forma por todos os operadores de todas as equipas. Este posto foi tornado num posto *standard*, e as melhorias foram observadas de imediato. Após a implementação de todas as alterações efetuadas ao longo do projeto, avançou-se para a criação de uma folha de operações *standard* para o abastecimento dos POEs do AT3/4. A FOS, como é conhecida no seio do Grupo, é um documento que demonstra, passo a passo, todas as operações que devem ser levadas a cabo para cada posto. Até à data, o abastecimento dos POEs neste setor nunca tinha tido uma FOS afeta, tal a ausência de condições para se definir um procedimento *standard* a seguir por todos os operadores e devido à disparidade existente entre os diferentes turnos. A FOS foi elaborada e retrata, de forma muito detalhada e elucidativa, cada passo constituinte do abastecimento deste tipo de peças, englobando até todas as tarefas de suporte pertencentes a este posto, como o caso da *desmixagem* e *destockagem*.

O plano de abastecimento, em vigor desde fevereiro até à data de término do estágio está presente nos anexos do presente documento, entre os anexos S e DD.





## 5 Resultados obtidos e estudos futuros

Existia um operador logístico responsável pelo abastecimento dos POEs no AT3/4 no início do projeto e no término do mesmo continua a existir apenas um. No entanto, houve, de forma indireta, um ganho de MOD associado, visto que estava prevista a adição de um operador para controlar e gerir os abastecimentos do setor CM, devido à sobrecarga do posto para uma só pessoa que se fazia sentir. Estavam a ocorrer constantes atrasos nos abastecimentos das linhas de montagem, provocando pausas na produção. O armazém não estava arrumado e as peças muitas vezes não se encontravam no local adequado. O número de ocorrências com quedas de componentes era extremamente elevado. Todos estes fatores foram melhorados com as implementações levadas a cabo ao longo deste projeto.

A nível da ergonomia, âmbito que a empresa está a trabalhar num passado recente para ir de encontro aos princípios do Grupo, as melhorias foram enormes. Passou-se de praticamente 80% dos componentes a serem abastecidos na linha e/ou no armazém fora da cota ergonómica ótima para 42%, sendo que, com os valores de tolerância que o Grupo sugere, o valor torna-se praticamente residual.

As cadências produtivas das linhas aumentaram e a percentagem de ocupação do operador diminuiu. Dificilmente se poderia pedir um maior ganho do que este. Atualmente o operador logístico abastece mais peças do que abastecia no início do projeto, realiza mais voltas de abastecimento, manuseia mais plataformas de transporte de peças e organiza mais peças em armazém. No entanto, a organização criada em torno da totalidade das tarefas pertencentes ao seu plano de trabalho permite que o principal objetivo do serviço de armazéns para os POEs do setor CM seja cumprido: não permitir a ocorrência de uma pausa na produção das linhas de montagem devido à falta de produtos de origem externa. É este o culminar de todas as ideologias e todas as modificações levadas a cabo ao longo deste projeto. A principal linha de montagem do AT3/4, a UET bomba de óleo de cilindrada variável, atingiu o valor mais alto de sempre a nível de número de bombas de óleo montadas num dia, na semana 11 do ano de 2017, com um valor de 3271 componentes do tipo H (anexo FF).

Definiram-se *standards* para o posto. Existem cinco turnos a abastecer os POEs do AT3/4 e, pelo menos, 12 operadores logísticos formados neste posto específico. Não existiam procedimentos *standard* definidos para as tarefas do operador; não existia uma definição dos acondicionamentos das embalagens nas bases rolantes; não existia uma folha de operações *standard* a ser seguida por todos os intervenientes. Tudo isto foi alterado ao longo deste projeto, culminando na criação de uma FOS para um dos poucos postos da fábrica que não possuíam este documento.

Nas linhas de montagem foi libertado espaço, foram dimensionadas plataformas de abastecimento, foram feitas marcações ao solo, foi diminuído o *stock* de peças presente na UET e foram realocizadas diversas plataformas de abastecimento para diminuir as deslocações dos operadores de fabricação. Prepararam-se as UETs para receber os componentes necessários para montar as peças, com as linhas a trabalhar na máxima cadência e foram criadas as estantes rolantes, que alocam maior diversidade de peças numa só plataforma.

Os circuitos foram completamente recriados. Propuseram-se alterações nos sentidos de circulação definidos pela empresa para o setor CM e, com base nestas modificações, definiram-se trajetos para as voltas de abastecimento. Percursos que estavam desatualizados, devido às mudanças de *layout* que se sentiram no setor de fabricação e devido à implementação dos sistemas AGV, foram eliminados, criando-se circuitos para cada volta totalmente possíveis e otimizados.

À semelhança do que se tinha feito com os dados do estado inicial, voltaram-se a medir os tempos dos processos de carregamento das bases, estantes móveis e contentores, bem como os tempos de abastecimento e recolha dos vazios de cada UET e as distâncias entre as linhas de montagem. Simulou-se o processo no *software* Rockwell Arena, com base nos dados presentes no anexo EE.

Total Time		Instantaneous Utilization	
	Average		Average
Volta	11221.52	Operador	0.7168
Number In		Number Busy	
	Value		Average
Volta	5.0000	Operador	0.7168
Number Out		Number Scheduled	
	Value		Average
Volta	5.0000	Operador	0.9020
WIP		Scheduled Utilization	
	Average		Value
Volta	0.7793	Operador	0.7946

Figura 47: Resultados obtidos da simulação

Analisando os resultados obtidos pelo *software*, consegue-se apurar que o novo plano de abastecimento é perfeitamente viável em termos de tempo estimado para realizar as cinco voltas é de apenas cerca de 3 horas e 7 minutos, o que é um excelente indicador que, juntamente com a percentagem de ocupação do operador, que baixou para perto dos 70%, significa que este terá tempo para as tarefas de *destockagem* e *desmixagem* e para as pausas obrigatórias do operador

A nível de perspetivas e sugestões para trabalhos futuros, é pretendido terminar com a utilização das bases rolantes planas e dos contentores para transportar componentes. Pretende-se que apenas sejam utilizadas estantes móveis para transportar todos os POEs para o setor de fabricação. Esta possibilidade está a ser testada e analisada e já existem planos para construção de mais estantes móveis, como se pode verificar nos anexos GG, HH e II. É também inegável a motivação para tornar este posto gerido com recurso a sistemas AGVs. Pretende-se operar com base num operador logístico responsável pelo carregamento das estantes móveis em armazém, que atrela as mesmas ao AGV e o envia para fazer um determinado percurso, voltando aos túneis para carregar outras bases. O AGV segue o percurso definido e para nas UETs programadas, estando o condutor de linha ou algum operador afeto à linha de montagem responsável por desatrelar a estante do AGV e colocá-la na zona de consumo, na UET, enviando de novo o AGV para o próximo local de paragem. Este é o projeto que está nas mãos do serviço de armazéns/projetos &

progresso logístico, e o trabalho retratado neste documento foi de extrema importância para se poder avançar para estas desejadas implementações futuras.

A nível de armazém foram estudadas diversas alterações para, principalmente, facilitar o processo de *picking* ao operador. Pretende-se tornar todo o armazenamento dos componentes segundo a estrutura de supermercado logístico, trazendo inúmeras vantagens para o operador logístico no que toca ao carregamento das plataformas de transporte. As embalagens estarão melhor acondicionadas, mais acessíveis, melhor organizadas e a nível ergonómico não terão de ser feitos esforços excessivos. Para esta implementação ser totalmente bem-sucedida, era ideal incorporar outra questão de elevada pertinência: utilizar outro sistema de *destockagem* das embalagens. Por “destockagem” entende-se o processo de, aquando do carregamento das plataformas de transporte, dar baixa de stock no armazém. Atualmente, os componentes estão divididos entre *destockagem* à paleta e *destockagem* à embalagem. Como é óbvio, cada um tem as suas vantagens e desvantagens. À paleta, a vantagem é, claramente, o tempo consumido. Como grande desvantagem temos a baixa dada no *stock* da fábrica de dezenas de embalagens, mesmo sendo apenas consumida uma, o alerta é dado aos TGP's de escassez de *stock*. É devido a este procedimento que, muitas vezes, os técnicos de gestão de produção têm de ir ao armazém fazer a contagem das embalagens. A *destockagem* à embalagem permite um maior e mais real controlo do *stock* da fábrica, mas é um processo extremamente moroso. Estudos estão a ser feitos para procurar fazer uma *destockagem* das peças em tempo real, com sensores colocados nas estantes de armazenamento para, aquando da retirada de uma embalagem, seja dada a baixa de *stock* no GPI da organização.



Figura 48: Local de "destockagem" situado no túnel de POEs



## 6 Conclusão

Não é novidade que a situação socioeconómica atual estimula uma excessiva competitividade entre empresas. O setor automóvel é um dos principais visados, sentindo-se competitividade na qualidade e características dos produtos, na inovação, no tempo de fabrico, no preço, na confiança e segurança, nos consumos e no atendimento ao cliente. Para a Renault conseguir estar entre os principais fabricantes automóveis do mundo, tem que operar segundo as melhores práticas. Além de responder da melhor forma possível às necessidades do consumidor, a redução de desperdícios, a criação de melhores condições de trabalho e o aumento da produtividade são processos obrigatórios para criar vantagem competitiva no setor automóvel. O Grupo Renault-Nissan está em constante superação, procurando se tornar numa referência no ramo: trabalha com base nos princípios do APW, a nível de fabrico, qualidade e performance, com vista a melhorar a rentabilidade e a competitividade das suas empresas. Todas as fábricas do Grupo têm enraizada a filosofia *lean*. A fábrica de Cacia não é exceção, sendo inclusivamente considerada um dos principais exemplos da boa aplicação das melhores práticas associadas ao bom desempenho industrial. As ferramentas *lean*, tipicamente aplicadas na fábrica nos departamentos de fabricação, começaram a ser estendidas a outros departamentos, incluindo o departamento de logística industrial. Aquando do início do projeto, já muitas atividades e muitos postos se encontravam otimizados e seguiam as melhores práticas. No entanto, o posto em que este projeto focou encontrava-se longe do ótimo. Já não eram feitas alterações no abastecimento dos POEs do setor CM desde 2015, tornando este posto um dos mais problemáticos para o serviço de armazéns da fábrica de Cacia. Procurou-se analisar as atividades associadas ao posto e todos os processos complementares envolventes, com o objetivo de identificar todo o tipo de oportunidades de melhoria. Encontraram-se inúmeras oportunidades para aplicar ideologias provenientes de ferramentas *lean*, tendo como base a redução de atividades que não acrescentam valor, a implementação de mais meios de gestão visual, as ferramentas 5S's, o trabalho *standardizado* e os princípios de melhoria contínua. Incorporaram-se também melhorias tendo por base as ferramentas *lean* aplicadas à logística, no supermercado logístico e no *mizusumashi*, dois dos três principais alvos de melhoria ao longo do projeto, juntamente com o bordo de linha.

O projeto revelou ser extremamente pertinente para os objetivos da organização. Esta completa remodelação no abastecimento interno dos produtos de origem externa aos postos de trabalho dos componentes mecânicos da fábrica veio numa fase em que os componentes mecânicos fabricados na CACIA sofreram um considerável aumento de procura e, consequentemente, de recursos humanos e físicos para produzir em maior quantidade. Os dois principais tipos de produtos a serem abastecidos neste setor são os componentes brutos e os produtos de origem externa, sendo os POEs abastecidos a uma maior escala. Para abastecer brutos existe um operador com um comboio logístico e também se utilizam sistemas AGV. No caso do abastecimento de POEs neste setor só existe um operador, sendo responsável por não deixar que alguma das 12 UETs pare ou se atrase por falta de peças para montar, colocando todos os componentes acessíveis aos operadores das linhas de montagem, com qualidade e no tempo e local certos. Caso as alterações levadas a cabo ao longo do projeto não tivessem sido feitas, a empresa teria de avançar para o passo lógico que se perspetivava: a incorporação de mais um operador para dividir as tarefas do posto. Foi um processo demorado que exigiu um maior esforço dos operadores logísticos para cumprir as suas funções segundo as implementações

efetuadas, sem ter espaço para qualquer falha, que tão comumente pode acontecer quando existem alterações ao *modus operandi* de um posto. No entanto, aquando do término do projeto, os resultados não podiam ser mais favoráveis. Continuou-se a abastecer os POEs do AT3/4 com apenas um operador, a sua percentagem de ocupação diminuiu, deixaram de haver paragens das linhas por falta de peças e o número de ocorrências com danos de componentes baixou consideravelmente. A nível ergonómico e de carga do operador afeto ao posto, os ganhos foram significativos: menos passos com carga, menos movimentos e menos esforços a colocar embalagens nas plataformas de transporte e de abastecimento. Eliminaram-se várias tarefas potencialmente perigosas e procederam-se a alterações e modificações variadas, com vista a aumentar a segurança associada a este posto. O princípio número um da organização é a segurança e muitas vezes encontra-se esquecido nas tarefas do departamento logístico, algo que também se tem vindo a tentar alterar recentemente para todos os postos de trabalho inseridos no *atelier* de armazéns, um dos locais com maior taxa de acidentes de trabalho da fábrica.

A incorporação das estantes móveis e consequente alteração do modo de abastecimento para uma utilização conjunta entre estantes móveis, contentores e bases rolantes planas foi a principal mudança levada a cabo neste projeto, e aquela que mais resultados trouxe para a organização, principalmente a nível de tempo associado à tarefa de abastecimento e a nível ergonómico. Esta implementação foi de tal modo bem-sucedida que se perspetiva para um futuro próximo a incorporação de mais voltas a serem feitas segundo este modo de operar, pretendendo-se deixar de utilizar bases rolantes planas no abastecimento do setor CM da fábrica

A redução da percentagem de ocupação do operador, mesmo abastecendo uma maior quantidade de peças, foi um fator esclarecedor das melhorias levadas a cabo, sendo mesmo o principal indicador de sucesso deste projeto. As linhas trabalham mais e melhor e as peças continuam a suprir as necessidades da linha, atempadamente e com qualidade. A melhoria dos processos associados ao abastecimento propriamente dito levaram à libertação de tempo do operador, o que culminou com a definição de um horário para efetuar as tarefas de organização do armazém e *desmixagem* de peças para colocar no supermercado, o que fez com que atualmente se note uma organização não antes vista do armazém dos POEs no setor CM. O processo de *picking* está indubitavelmente mais facilitado e intuitivo, tendo levado a uma redução do tempo requerido para carregar as plataformas de transporte antes de efetuar a volta de abastecimento. Os bordos de linha foram analisados e muitas UETs sofreram alterações para facilitar as tarefas dos operadores, tanto os logísticos como os de fabricação. Todos os processos estão *standardizados*, sendo o trabalho feito de igual forma em todos os turnos.

Com era perspetivado, o projeto revelou exigência elevada, visto estar inserido numa área tão complexa como a logística interna numa empresa como a Renault CACIA. Foi necessário estudar bem os processos antes de optar por qualquer alteração e analisaram-se todas as possibilidades e a viabilidade associada. Procurou-se introduzir melhorias inovadoras na organização, baseadas em aspetos teóricos reconhecidos. Alteraram-se ideias pré-concebidas, mudaram-se paradigmas e tomaram-se decisões de elevado grau de responsabilidade e o resultado foi exatamente o esperado: melhorou-se a maior parte das atividades associadas ao posto em causa neste projeto e criou-se um novo e otimizado plano de abastecimento.

## Referências

- Ahmad, M. O., Markkula, J. and Oivo, M. (2013). Kanban in software development: A systematic literature review. *39th Euromicro Conference Series on Software Engineering and Advanced Applications*, 9-16.
- Al-Aomar, R. A. (2011). Applying 5S lean technology: an infrastructure for continuous process improvement. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 59, 2014-2019.
- Alnahhal, M. & Noche, B. (2015). A genetic algorithm for supermarket location problem. *Assembly Automation*, 35(1), 122-127.
- Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of major lean production waste in automobile industries using weighted average method. *Procedia Engineering*, 97, 2167–2175.
- Battini, D., Boysen, N. & Emde, S. (2013). Just-in-Time supermarkets for part supply in the automobile industry. *Journal of Management Control*, 24(2), 209-217.
- Baudin, M. (2005). *Lean logistics: the nuts and bolts of delivering materials and goods*. Productivity Press.
- Belekoukias, I., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 52(18), 5346–5366.
- Berger, A. (1997). Continuous improvement and kaizen: standardization and organizational designs. *Integrated Manufacturing Systems*, 8(2), 110-117.
- Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), 56-72.
- Bilalis, N., Scroubelos, G., Antoniadis, A. & Emiris, D. & Koulouriotis, D. (2002). Visual factory: Basic principles and the 'zoning' approach, *International Journal of Production Research*, 40(15), 3575-3588.
- Bowen, D. E. & Youngdahl, W. E. (1998). "Lean" service: in defense of a production-line approach. *International Journal of Service Industry Management*, 9(3), 207-225.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., Stank, T. P. & Keller, S. B. (2000). How supply chain competency leads to business success. *Supply Chain Management Review*, 4(4), 70-77.
- Boysen, N., Emde, S., Hoeck, M. & Kauderer, M. (2014). Part Logistics in the Automotive Industry: Decision Problems, Literature Review and Research Agenda. *European Journal of Operational Research*, 242(1), 107-120.
- Brar, G. S. & Saini, G. (2011). Milk Run Logistics : Literature Review and Directions. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, 1.
- Brunet, A., & New, S. (2003). Kaizen in Japan: an empirical study. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(12), 1426-1446.
- Brynzer, H., & Johnsson, M. I. (1995). Design and performance of kitting and order picking systems. *International Journal of Production Economics*, 4(1), 115-125.

- Burcher, P., Dupernex, S. and Relph, G. (1996). The road to Lean repetitive batch manufacturing – modeling planning system performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 210-220.
- Chapman, C. D. (2005). Clean house with lean 5S. *Quality progress*, 38(6), 27-32.
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Kaizen Institute.
- Coimbra, E. A. (2013). *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. McGraw-Hill Education - Europe.
- Crute, V., Ward, Y., Brown, S., & Graves, A. (2003). Implementing Lean in aerospace - challenging the assumptions and understanding the challenges. *Technovation*, 23(12), 917–928.
- Dankbaar, B., (1997). Lean production: denial, confirmation or extension of sociotechnical systems design?. *Human Relations*, 50(5), 567–584.
- Das, B., Venkatadri, U. & Pandey, P. (2014). Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 71(1–4), 307-323.
- Dallari, F., Marchet, G. & Melacini, M. (2009). Design of order picking system. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 42(1-2), 1-12.
- De Koster, R., Le-Duc, T. & Roodbergen, K.J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481-501.
- Duguay, C. R., Landry, S., & Pasin, F. (1997). From mass production to flexible / agile production. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(12), 1183–1195.
- Edelson, N. M., & Bennett, C. L. (1998). *Process Discipline: How to Maximize Profitability and Quality Through Manufacturing Consistency*. Taylor & Francis.
- Emde, S. & Boysen, N. (2012). Optimally locating in-house logistics areas to facilitate JIT-supply of mixed-model assembly lines. *International Journal of Production Economics*, 135(1), 393-402.
- Emmitt, S., Pasquire, C. & Mertia, B. (2012). Is good enough “making do”?. *Construction Innovation*, 12(3), 369-383.
- Fábrica Renault CACIA. (2014). Intranet. Obtido em 10 de Março de 2017, de Renault CACIA: <http://intranet.renault.com/declic.com/en/renault-group/in-brief>.
- Feld, W. M. (2000). *Lean Manufacturing Tools, Techniques, and How to Use Them*. CRC Press.
- Finnsgård, C., Wänström, C., Medbo, L. & Neumann, W.P. (2011). Impact of materials exposure on assembly workstation performance. *International Journal of Production Research* 49(24), 7253-7274.
- Frazelle, E. (2002). *World-class Warehousing and Material Handling*. New York, NY: McGraw-Hill.



- Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: na integrated management system. *Management Decision*, 46(4), 565-579.
- Garza-Reyes, J.A., Oraifige, I., Soriano-Meier, H., Forrester, P.L. & Harmanto, D. (2012). The development of a lean park homes production process using process flow and simulation methods. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(2), 178-197.
- Gravel, M. & Price, W. L. (1991). Visual Interactive Simulation Shows How to Use the Kanban Method in Small Business. *Interfaces*, 21(5), 22-33
- Greif, M. (1991). *The Visual Factory: Building Participation Through Shared Information*. CRC Press.
- Gunasekaran, A. & Lyu, J. (1997). Implementation of just-in-time in a small company: A case study. *Production Planning & Control*, 8(4), 406-412.
- Gürel, D. A. (2013). A conceptual evaluation of 5S model in hotels. *African Journal of Business Management*, 7(30), 3035-3042.
- Hemmant, R.J. (2005). Customer Value through Employee Satisfaction, *Circuits Assembly*, 16(3), 30.
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management : Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management* 27(4), 233–249.
- Hines, P., Found, P., Griffiths, G. and Harrison, R. (2010). *Staying Lean*. New York, NY: Productivity Press.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going lean - A Guide to Implementation*. Cardiff Business School: Lean Enterprise Research Centre.
- Hirano, H. (1994). *5S na Prática*. São Paulo: IMAM.
- Ho, S. K. M. (1999). 5-S practice: The first step towards total quality management. *Total Quality Management*, 10(3), 345–356.
- Ho, S. K. M. & Fung, C. K. (1994). Developing a TQM excellence model. *The TQM Magazine*, 6(6), 24-30.
- Hough, R. (2008). 5S implementation methodology. *Management Services*, 35(5), 44–45.
- Hu, Q. Mason, R., Williams, S. J. & Found, P. (2015) Lean implementation within SMEs: a literature review. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 26(7), 980-1012.
- Huang, P. Y., Rees, L. P. & Taylor, B. (1983). A simulation analysis of the Japanese just-in-time technique (with Kanban) for a multiline, multistage production system. *Decision Sciences*, 14(3), 326-344.
- Ichikawa, H. (2009). Simulating an applied model to optimize cell production and parts supply (Mizusumashi) for laptop assembly. *Proceedings - Winter Simulation Conference*, 2272–2280.
- Imai, M. (1986). *The key to Japan's competitive success*. McGraw-Hill Education.

- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*. McGraw Hill Professional.
- Jones, D. T., Hines, P., & Rich, N. (2001). Lean Logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 27(3/4), 153–173.
- Kilpatrick, J., (2003). *Lean Principles*. Utah manufacturing extension partnership.
- Kovács, A. (2010). Optimizing the storage assignment in a warehouse served by milkrun logistics. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 312-318.
- Levy, D. L. (1997). Lean production in an international supply chain. *Sloan Management Review*, 38(2), 94-102.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York, NY: McGraw-Hill Education.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–21.
- McCutcheon, D. M. & Meredith, J. R. (1993). Conducting case study research in operations management. *Journal of Operations Management*, 11(3), 239-256.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing What Lean Thinking has to Offer the Process Industries, *Chemical Engineering Research and Design*, 83(A6), 662-673.
- Monden, Y. (1983). *Toyota production system: practical approach to production management*. Industrial Engineering and Management Press.
- Moulding, E. (2010). *5S a visual control system for the workplace*. Milton Keynes: AuthorHouse.
- Moyano-Fuentes, J., and Sacristán-Díaz, M. (2012). Learning on Lean: A Review of Thinking and Research. *International Journal of Operations & Production Management*, 32(5), 551–582.
- Nelson-Peterson, D. L. & Leppa, C. J. (2007). Creating an Environment for Caring Using Lean Principles of the Virginia Mason Production System. *Journal of Nursing Administration*, 37(6), 287-294.
- Niepce, W. & Molleman, E. (1996). Characteristics of work organization in lean production and sociotechnical systems. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 77-90.
- Nemoto, T., Hayashi, K. & Hashimoto, M. (2010). Milk-run logistics by Japanese automobile manufacturers in Thailand. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(3), 5980-5989.
- Nomura, J. & Takakuwa, S. (2006). Optimization of a number of containers for assembly lines: the fixed-course pick-up system. *International Journal of Simulation Modelling*, 5(4), 155–166.
- Ohno, T. (1988). *The Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland, Oregon: Productivity Press.

- Omogbai, O., & Salonitis, K. (2017). The implementation of 5S lean tool using system dynamics approach. *Procedia CIRP*, 60, 380–385.
- Parry, G. C. & Turner, C. E. (2006). Application of lean visual process management tools, Production Planning & Control. *The Management of Operations*, 17(1), 77-86.
- Patten, J.V. (2006). A second look at 5S. *Quality Progress*, 39(10), 55–59.
- Petersen, C.G. & Aase, G. (2004). A comparison of picking, storage, and routing policies in manual orderpicking. *International Journal of Production Economics*, 92(1), 11–19.
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking: Introdução ao pensamento magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lidel.
- Raiyani, S. & Kumar, J. M. (2006). Multimodal warehouse application. *Interactions Magazine*, 13(4), 34–37.
- Rich, N., Bateman, N., Esain, A., Massey, L., & Samuel, D. (2006). *Lean Evolution: Lessons from the Workplace*. Cambridge University Press.
- Ritzman, L. P., King, B. & Krajieski, L. J. (1984). Manufacturing performances pulling the right levers. *Harvard Business Review*, 62(2), 143-152.
- Roth, N. & Franchetti, M. (2010). Process improvement for printing operations through the DMAIC Lean Six Sigma approach: A case study from Northwest Ohio, USA. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(2), 119-133.
- Rother, M. & Harris, R. (2001). *Creating Continuous Flow: an action guide for managers, engineers & production associates*. Cambridge: The Lean Enterprise Institute.
- Sadjadi, S.J., Jafari, M. & Amini, T. (2009). A new mathematical modeling and a genetic algorithm search for milk run problem (an auto industry supply chain case study). *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 44, 194-200.
- Sang, M. L., Ebrahimpour, M. (1987). Just-In-Time, *Management Decision*, 25(6), 50-54.
- Shil, N. C. (2009). Explicating 5S: Make you productive. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business* 1(6): 33-47
- Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System*. Cambridge, Massachusetts: CRC Press.
- Shingo, S. (1988). *Non-stock production: the Shingo system for continuous improvement*. Cambridge, Massachusetts: Productivity Press.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*. Cambridge, Massachusetts: CRC Press.
- Sohal, A.S. and Naylor, D. (1992). Implementation of JIT in a small manufacturing firm, *Production and Inventory Management Journal*, 33(1), 20-26.
- Sorooshian, S., Salimi, M., Bavani, S., & Aminattaheri, H. (2012). Case Report: Experience of 5S Implementation. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(7), 3855–3859.

- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F. & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect for human system, *International Journal of Production Research*, 15(6), 553-564.
- Sullivan, W. G., McDonald, T. N. & Van Aken, E. M. (2002). Equipment replacement decisions and lean manufacturing. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing* 18(3/4), 255–265.
- Taj, S. & Berro, L. (2006). Application of constrained management and lean manufacturing in developing best practices for productivity improvement in an auto-assembly plant. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 55(3/4), 332-345.
- Treville, S., Antonakis, J. & Edelson, N. M. (2005). Can standard operating procedures be motivating? Reconciling process variability issues and behavioural outcomes. *Total Quality Management & Business Excellence*, 16(2), 231-241.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. New York, NY: Simon & Schuster.
- Womack, J. P., Jones, D. T. & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World*. Free Press.
- Wu, Y. J. (2002). Effective Lean Logistics Strategy for the Auto Industry. *The International Journal of Logistics Management*, 13(2), 19-38.

# **ANEXOS**

## Índice dos anexos

Anexo A: Características das embalagens de plástico standard para o Grupo Renault.....	82
Anexo B: Peças a abastecer na Volta 1 turno da manhã (Antes).....	82
Anexo C: Peças a abastecer na Volta 2 turno da manhã (Antes).....	82
Anexo D: Percurso, paragens e locais de abastecimento da Volta 1 (Antes).....	82
Anexo E: Percurso, paragens e locais de abastecimento da Volta 2 (Antes).....	82
Anexo F: Sentidos de circulação (antes) .....	82
Anexo G: Recolha de dados para a análise no software Rockwell Arena .....	82
Anexo H: Cotas ergonómicas para POEs (peso das embalagens relacionado com altura da pega) .....	82
Anexo I: Levantamento de dados .....	82
Anexo J: Levantamento dos dados para análise ergonómica por peça .....	82
Anexo K: Pressupostos ergonómicos para POEs .....	82
Anexo L: Localizações do túnel dos POEs .....	82
Anexo M: Medições de tempos para definição das voltas .....	82
Anexo N: Documento standard para criação de estantes móveis (exemplo estante F) .....	82
Anexo O: Estantes móveis F40 e G antes de serem agrupadas .....	82
Anexo P: Estante móvel F40/G, na zona compactada .....	82
Anexo Q: Identificações na estrutura das plataformas de transporte de POEs .....	82
Anexo R: Etiquetação das plataformas de armazenamento (armazém e linha de montagem) .....	82
Anexo S: Página 1 do plano de abastecimento (horários das equipas da semana).....	82
Anexo T: Página 1 do plano de abastecimento (horários das equipas do fim-de-semana).....	82
Anexo U: Página 2 do plano de abastecimento .....	82
Anexo V: Página 3 do plano de abastecimento .....	82
Anexo W: Página 4 do plano de abastecimento .....	82
Anexo X: Página 5 do plano de abastecimento .....	82
Anexo Y: Página 6 do plano de abastecimento .....	82
Anexo Z: Página 7 do plano de abastecimento .....	82
Anexo AA: Página 8 do plano de abastecimento.....	82
Anexo BB: Página 9 do plano de abastecimento.....	82
Anexo CC: Página 10 do plano de abastecimento .....	82
Anexo DD: Página 11 do plano de abastecimento .....	82
Anexo EE: Recolha de dados para a análise no software Rockwell Arena .....	82
Anexo FF: Recorde de produção de bombas de óleo (semana 11, 2017) .....	82
Anexo GG: Idealização de uma estante móvel para colmatar abastecimentos da AEQ e TC .....	82
Anexo HH: Idealização de uma estante móvel para trocar pela base rolante plana da volta das 8h .....	82
Anexo II: Idealização de uma estante móvel para colmatar abastecimentos da zona (2) da BOCV .....	82

Renault	POOL	Nissan
<b>BAC-O-4312</b>		<b>BAC4312</b>
Color : Orange RAL 2004		Color : Orange RAL 2004
		
<b>PACK DIMENSIONS (mm) and WEIGHT</b>		
	<b>EXTERNAL</b>	<b>INTERNAL</b>
Length	396	362
Width	297	263
Height	114	94
Folding hgt.	does not fold	Int. volume 8,95 L
Nesting hgt.	15	
Tare	0,93 kg	Tot. weight 15,00 kg
<b>ADDITIONAL COMMENTS</b>		
Palletization and stacking :		
- RENAULT : see standard rules page 16 - NISSAN : agreement needed with pack engineer		

Renault	POOL	Nissan
<b>BAC-O-4325</b>		<b>BAC4325</b>
Color : Brown RAL 8004		Color : Brown RAL 8004
		
<b>PACK DIMENSIONS (mm) and WEIGHT</b>		
	<b>EXTERNAL</b>	<b>INTERNAL</b>
Length	396	360
Width	297	263
Height	214	194
Folding hgt.	74	Int. volume 18,37 L
Nesting hgt.	14	
Tare	1,55 kg	Tot. weight 15,00 kg
<b>ADDITIONAL COMMENTS</b>		
Palletization and stacking :		
- RENAULT : see standard rules page 16 - NISSAN : agreement needed with pack engineer		

Renault	POOL	Nissan
<b>BAC-O-6423</b>		<b>BAC6423</b>
Color : Green RAL 6016		Color : Green RAL 6016
		
<b>PACK DIMENSIONS (mm) and WEIGHT</b>		
	<b>EXTERNAL</b>	<b>INTERNAL</b>
Length	594	558
Width	396	362
Height	214	194
Folding hgt.	74	Int. volume 39,19 L
Nesting hgt.	14	
Tare	2,38 kg	Tot. weight 15,00 kg
<b>ADDITIONAL COMMENTS</b>		
Palletization and stacking :		
- RENAULT : see standard rules page 16 - NISSAN : agreement needed with pack engineer		

Renault	POOL	
<b>BAC-O-4322</b>		
Color : Yellow RAL 1018		
		
<b>PACK DIMENSIONS (mm) and WEIGHT</b>		
	<b>EXTERNAL</b>	<b>INTERNAL</b>
Length	396	362
Width	297	263
Height	214	194
Folding hgt.	does not fold	Int. volume 18,47 L
Nesting hgt.	15	
Tare	1,44 kg	Tot. weight 15,00 kg
<b>ADDITIONAL COMMENTS</b>		
ONLY IF RETURNABLE DUNNAGES INSIDE OR SHORT DISTANCE. NE SPÉCIFIER QUE POUR LES BACS AMÉNAGÉS OU COURTE DISTANCE.		
Palletization and stacking : see standard rules page 16		

Renault	POOL	
<b>BAC-O-6422</b>		
Color : Red		
		
<b>PACK DIMENSIONS (mm) and WEIGHT</b>		
	<b>EXTERNAL</b>	<b>INTERNAL</b>
Length	594	560
Width	396	362
Height	214	194
Folding hgt.	does not fold	Int. volume 39,33 L
Nesting hgt.	15	
Tare	2,38 kg	Tot. weight 15,00 kg
<b>ADDITIONAL COMMENTS</b>		
ONLY IF RETURNABLE DUNNAGES INSIDE OR SHORT DISTANCE. NE SPÉCIFIER QUE POUR LES BACS AMÉNAGÉS OU COURTE DISTANCE.		
Palletization and stacking : see standard rules page 16		

Renault	POOL	
<b>BAC-O-6432</b>		
Color : Red		
		
<b>PACK DIMENSIONS (mm) and WEIGHT</b>		
	<b>EXTERNAL</b>	<b>INTERNAL</b>
Length	594	560
Width	396	362
Height	314	294
Folding hgt.	does not fold	Int. volume 59,60 L
Nesting hgt.	15	
Tare	2,96 kg	Tot. weight 15,00 kg
<b>ADDITIONAL COMMENTS</b>		
ONLY IF RETURNABLE DUNNAGES INSIDE OR SHORT DISTANCE. NE SPÉCIFIER QUE POUR LES BACS AMÉNAGÉS OU COURTE DISTANCE.		
Palletization and stacking : see standard rules page 16		

Anexo A: Características das embalagens de plástico standard para o Grupo Renault

# ORDEM DE PICKING

1	Tampa da Culassa						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Autonomia		Qtd. Máx.	Local UET
				1 Caixa			
				H	M		
	118326369R	5	P 06 0	0	48	5	Estante 1
	118322415R	5	P 07 0	0	48	5	Estante 1
	132709416R	3	P 08 0	1	36	4	Estante 2
	132774114R	1	P 06 1	11	12	3	Estante 1
	118100M300	1	P 08 1	17	40	3	Estante 2
	1181241B00	1	P 07 1	22	5	3	Estante 2
2	Semelle						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Autonomia		Qtd. Máx.	Local UET
				1 Caixa			
				H	M		
	009331221A	1	P 04 1	3	36	2	Prateleira
	152410708R	1	P 03 0	5	46	2	Prateleira
	152413953R	1	P 04 0	4	48	2	Prateleira
	7703075219	-	P 03 1	38	27	2	Prateleira
	7703090392	-	P 03 1	153	50	2	Prateleira
	3	BSE					
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Autonomia		Qtd. Máx.	Local UET
				1 Caixa			
				H	M		
	7700104134	1	O 09 1	5	49	1	Estante
	226300007R	2	O 09 0	2	45	3	Estante
4	Bomba Óleo K						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Autonomia		Qtd. Máx.	Local UET
				1 Caixa			
				H	M		
	7700106546	1	N 09 1 3	8	37	2	Calha
	7700106552	3	O 05 1	1	26	4	Calha+BR2
	152412885R	3	N 09 1 9	1	50	3	Máq.3+BR2
	7700107717	1	N 09 1 1	4	9	3	Mesa 1
	7703068106	1	N 09 1 2	15	58	2	Mesa 1
	8200065121	11	O 06 0	0	23	11	Estante4+BR2
	7703002631	2	N 09 1 7	2	33	3	Mesa 2
	7703002668	4	N 09 1 6	1	11	5	Máq.1+BR1
	8200273460	2	N 09 1 8	3	50	3	Máq.2
	K22	7700739175	7	N 08 1	0	38	9
8200555002		3	N 08 0	1	35	5	Estante 1
7700273041		17	O 05 0	0	15	17	Estante 2e3+BR1
K70	7700100490	9	N 07 1	0	28	9	Estante 2
	150451779R	4	N 07 0	1	16	4	Estante 1
	8200124493	22	O 06 1	0	11	22	Estante 2e3+BR1

5	Bomba Óleo VDOP						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Autonomia		Qtd. Máx.	Local UET
				1 Caixa			
				H	M		
	150B96419R	1	N 13 2 9	8	53	?	Tubo 7
	150821579R	7	N 11 0	0	35	8	Estante 1
	150842446R	1	N 13 1 8	3	48	2	Estante 5
	150835129R	1	N 13 1 7	4	26	2	Estante 5
	8200582334	1	N 13 1 9	17	46	?	Tubo 4
	150934147R	2	N 11 1 3	2	13	3	Estante 8
H4	150478409R	5	O 03 1	1	2	5	Estante 6
	150263627R	2	N 12 0	2	55	2	Estante 6
	150789593R	8	O 03 0	0	37	8	Estante 3
	150793549R	1	N 11 2 2	15	38	?	Tubo 9
	150772888R	1	N 11 1 4	52	9	?	Tubo 6
	150850609R	1	N 11 1 6	14	42	2	Estante 7
	150985273R	-	N 11 2 3	41	43	2	Estante 7
	150873769R	-	N 11 1 5	52	9	2	Estante 7
	150881235R	1	N 11 1 8	26	4	?	Tubo 10
	152438377R	1	N 11 2 1	12	30	?	Tubo 11
	150B79090R	1	N 11 1 9	15	1	?	Tubo 12
	150B86288R	1	N 11 1 7	20	51	?	Tubo 3
152412073R	8	O 04 0	0	37	8	Estante 6	
R9M	150938403R	1	N 11 1 1	177	46	?	Tubo 18
	150476796R	3	N 13 0	1	25	3	Estante 4
	150467686R	13	O 01 0	0	19	14	Estante 4
	150851990R	1	N 13 2 6	7	6	?	Tubo 2
	150863515R	1	N 13 2 7	17	46	?	Tubo 1
	150982961R	-	N 13 1 3	44	26	2	Estante 7
	150876881R	1	N 13 2 4	22	13	2	Estante 7
	150880870R	-	N 13 2 3	26	40	2	Estante 7
	150781236R	8	O 02 0	0	32	8	Estante 2
	150798303R	1	N 13 1 4	12	26	?	Tubo 5
	150779126R	2	N 13 2 2	4	26	?	Tubo 8
	150980047R	1	N 13 1 6	22	13	?	Tubo 14
	150B12007R	1	N 13 1 5	16	0	?	Tubo 15
	150B28992R	1	N 13 2 5	8	53	?	Tubo 16
	150B31890R	1	N 13 1 2	7	6	?	Tubo 13
	150B53722R	-	N 13 2 8	71	6	?	Tubo20
	150B60313R	0	N 13 1 1	88	53	?	Tubo 19
	150979254R	-	N 13 2 1	88	53	?	Tubo 17

Anexo B: Peças a abastecer na Volta 1 turno da manhã (Antes)



# ORDEM DE PICKING

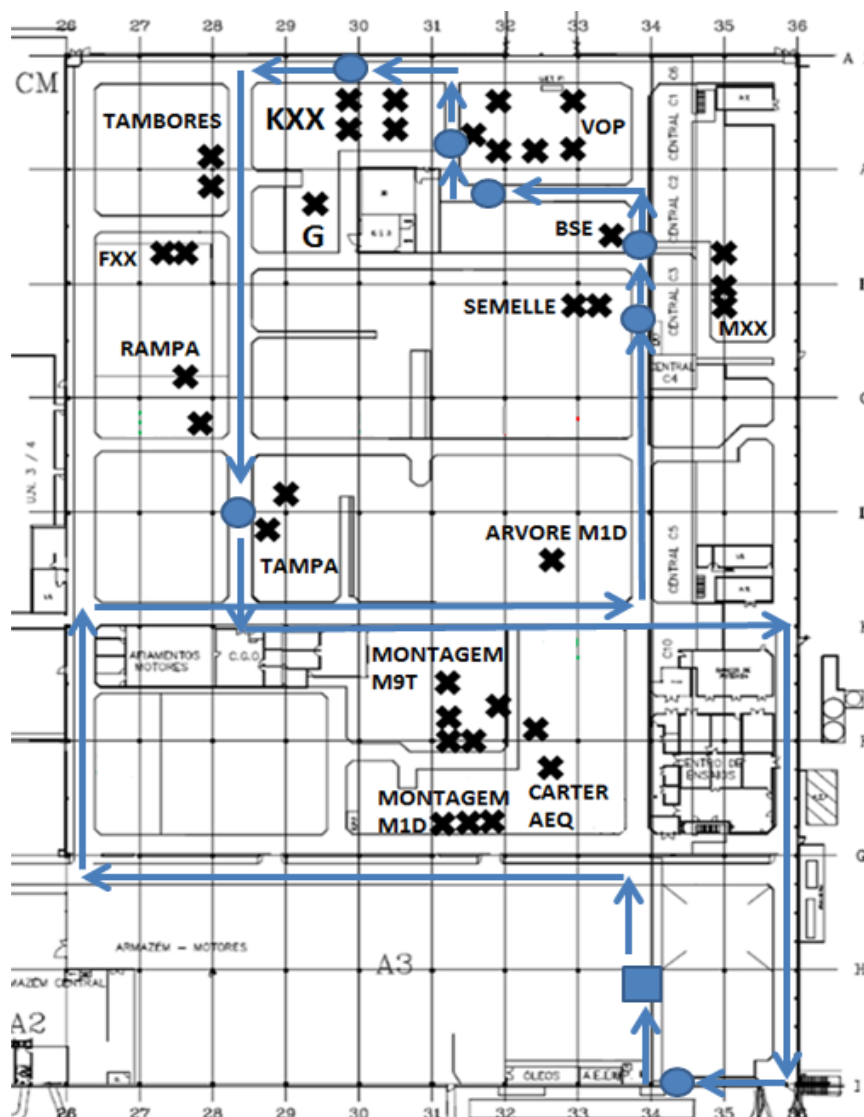
1	Rampa Balanceiros D4						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Autonomia		Qtd. Máx.	Local UET
				1 Caixa			
				H	M		
	132593160R	-	P 01 2	10	54	4	Palete em BR
	868680874R	-	P 02 0	11	21	2	Estante 2
	8201282017	3	P 02 1	1	42	5	Estante 2
	132545993R	1	P 01 1	68	10	2	Estante 2
	7700867670	3	P 01 1	1	42	5	Estante 1
	8200651792	2	P 01 1	3	24	3	Estante 1
2	Tambores						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Autonomia		Qtd. Máx.	Local UET
				1 Caixa			
				H	M		
	479702843R	1	O 07 0	5	10	2	Tubo
	8200639543	-	O 08 1	0	22	40	Paleta em BR
	7703066040	1	O 08 0	19	8	2	Tubo
X	Bba de Óleo Fxx						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Autonomia		Qtd. Máx.	Local UET
				1 Caixa			
				H	M		
	7700100895	0	N 05 1 4	3	20	2	Estante 1
	7700112538	0	N 05 1 3	3	20	2	Estante 1
	152412885R	0	N 09 1 9	3	50	2	Estante 1
	7700738213	0	N 05 1 1	8	40	2	Estante 2
	7703068106	0	N 09 1 2	33	20	2	Estante 1
	7700100490	0	N 07 1	1	0	6	Estante 1
	7700101250	0	O 10 1	0	33	8	Estante 2
	8200555002	0	N 08 0	3	20	2	Estante 1
	7700273041	0	O 05 0	0	32	9	Estante 1
	8200582334	0	N 13 1 9	13	20	2	Estante 1
	8200087136	0	O 10 0	1	4	4	Estante 2
	7703002631	0	N 09 1 7	1	48	4	Estante 1
	7703002668	0	N 09 1 6	10	0	2	Estante 1
	8200273469	0	N 05 1 2	8	0	2	Estante 2
X	Montagem AEQ M1D						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Autonomia		Qtd. Máx.	Local UET
				1 Caixa			
				H	M		
	8200130197	0	N 09 2 7	32	0	2	Estante 4
	8200382123	0	N 11 2 8	7	10	2	Estante 1
	8200382124	0	N 11 2 7	12	57	2	Estante 3
	8200382120	0	N 11 2 9	29	16	2	Estante 2

X	Arvore M1D						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Autonomia		Qtd. Máx.	Local UET
				1 Caixa			
				H	M		
	8200739554	0	N 11 2 6	160	0	2	Calha
3	Carter AEQ						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Autonomia		Qtd. Máx.	Local UET
				1 Caixa			
				H	M		
	123137801R	1	N 09 2 6	2	55	3	Estante
	123134465R	-	N 09 2 8	5	50	2	Estante
	8200130197	-	N 09 2 7	41	40	2	Estante
	8200393391	2	N 09 2 9	2	13	3	Calha
4	Montagem AEQ M9T						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Autonomia		Qtd. Máx.	Local UET
				1 Caixa			
				H	M		
	93311890	2	N 09 2 4	13	53	2	Estante 2
	8200130197	1	N 09 2 7	41	40	2	Tubo
	124031057R	2	N 10 0	2	15	2	Estante 2
	111132479R	1	M 11 0	3	7	2	Estante 1
	7703002661	2	N 09 2 2	14	35	2	Mesa
	7705035035	1	N 09 2 3	52	5	?	Tubo
TT	124330284R	25	N 09 0	0	10	27	Estante 3
	124343758R	4	N 09 2 5	1	17	6	Estante 3
	7703002665	2	N 09 2 1	2	25	?	Tubo
X	Bba de Óleo Mxx						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Autonomia		Qtd. Máx.	Local UET
				1 Caixa			
				H	M		
	150263443R	0	M 31 0	0	40	8	Estante 1
	8200931248	0	N 06 0	1	32	4	Estante 1
	150268986R	0	M 39 0	0	40	6	Estante 1
	8200345074	0	M 39 1	0	46	6	Estante 1
	8200345080	0	M 31 1	0	46	6	Estante 1
	8200345084	0	N 05 2 1	6	4	2	Estante 1
	8200582334	0	N 13 1 9	12	48	2	Estante 2
	152434578R	0	N 05 2 4	2	33	2	Estante 1
	8200965952	0	N 05 2 5	1	55	4	Estante 1
	8200345145	0	N 05 2 2	2	25	3	Estante 1
	8200345147	0	N 05 2 3	6	24	2	Estante 1
	7703002668	0	N 09 1 6	1	54	4	Estante 2

Anexo C: Peças a abastecer na Volta 2 turno da manhã (Antes)

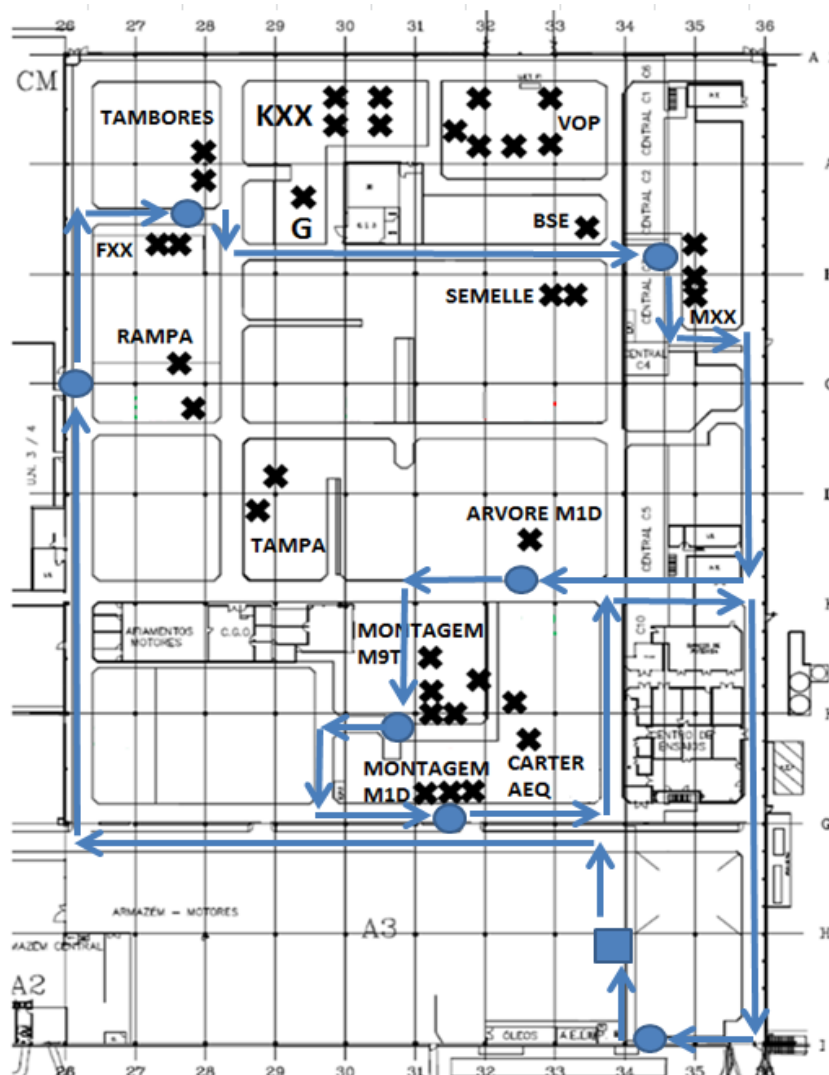
# ORDEM DE ABASTECIMENTO

1	Preparar volta 1A. 14:15h
2	Abastecer e recolher vazios. (SEMELLE)
3	Abastecer e recolher vazios. (BSE)
4	Abastecer e recolher vazios. (BOCV)
5	Abastecer e recolher vazios. (KXX)
6	Abastecer e recolher vazios. (TAMPA)

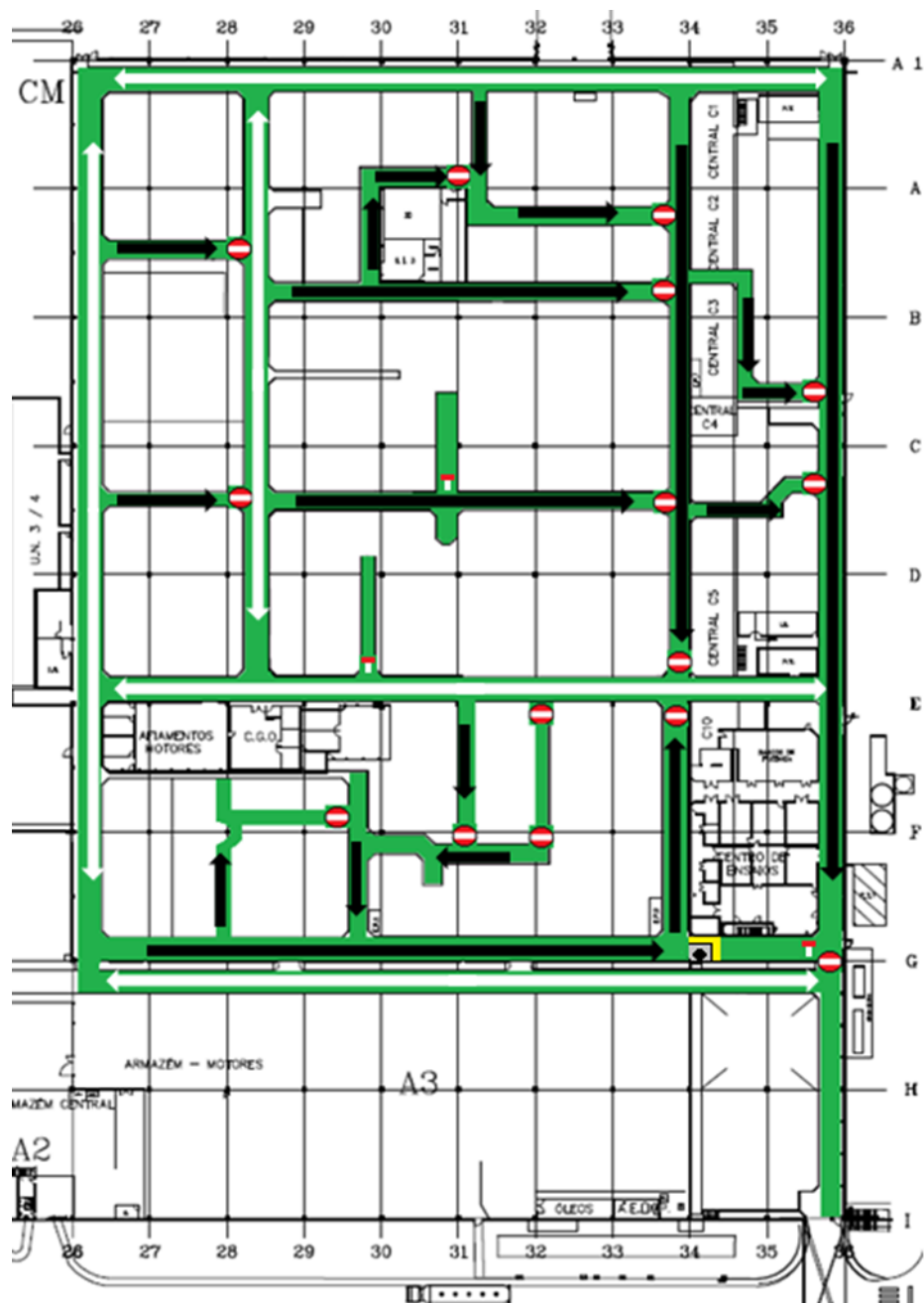


Anexo D: Percurso, paragens e locais de abastecimento da Volta 1 (Antes)

ORDEM DE ABASTECIMENTO	
1	Preparar volta 2A depois de completar a volta 1A.
2	Abastecer. (RAMPA)
X	Abastecer e recolher vazios. (FXX)
3	Abastecer. (TAMBORES)
X	Abastecer e recolher vazios. (MXX)
X	Abastecer. (ARVORE M1D)
4	Abastecer e recolher vazios. (AEQ M9T)
5	Abastecer e recolher vazios. (CARTER AEQ)
X	Abastecer e recolher vazios. (AEQ M1D)



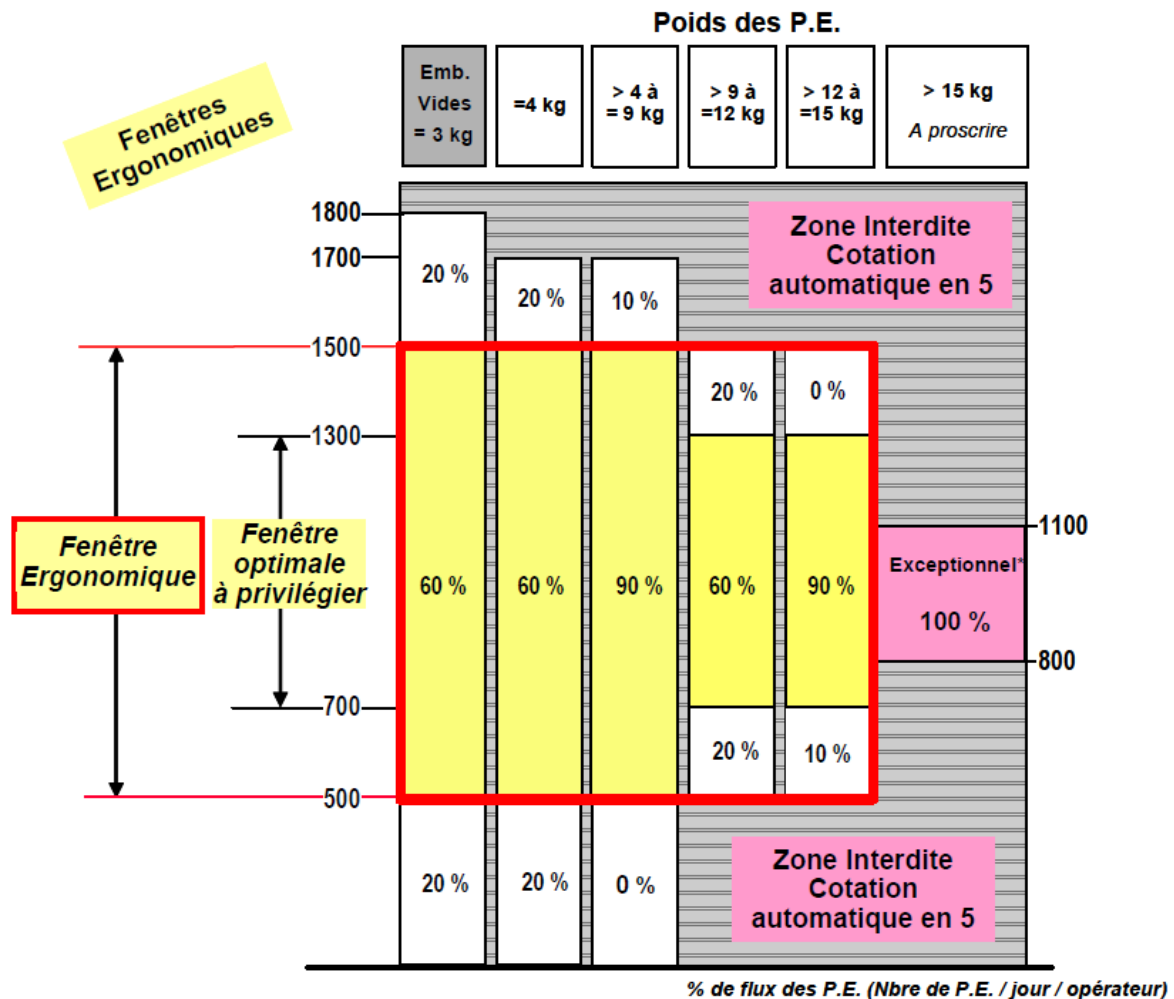
Anexo E: Percurso, paragens e locais de abastecimento da Volta 2 (Antes)



Anexo F: Sentidos de circulação (antes)

Processos	Tempo (s)	Tempo (min/s)		Percursos	Distância (m)
Carregar Bases volta 1	1640	27	20	Percorso Armazém - Semelle	264,1
Abastecimento e recolha de vazios - Semelle	191	3	11	Percorso Semelle - BSE	77,84
Abastecimento e recolha de vazios - BSE	166	2	46	Percorso BSE - BOCV (1)	172,36
Abastecimento e recolha de vazios - BOCV (1)	1938	32	18	Percorso BOCV (1) - BOCV (2)	25,02
Abastecimento e recolha de vazios - BOCV (2)	1756	29	16	Percorso BOCV (2) - Kxx (1)	41,7
Abastecimento e recolha de vazios - Kxx (1)	1496	24	56	Percorso Kxx (1) - Kxx (2)	44,48
Abastecimento e recolha de vazios - Kxx (2)	963	16	3	Percorso Kxx (2) - Tampa	144,56
Abastecimento e recolha de vazios - Tampa	377	6	17	Percorso Tampa - Armazém	305,8
Carregar Bases volta 2	940	15	40	Percorso Armazém - Rampa	172,36
Abastecimento e recolha de vazios - Rampa	793	13	13	Percorso Rampa - Fxx	55,6
Abastecimento e recolha de vazios - Fxx	2021	33	41	Percorso Fxx - Tambores	13,9
Abastecimento e recolha de vazios - Tambores	399	6	39	Percorso Tambores - Mxx	11,12
Abastecimento e recolha de vazios - Mxx	2193	36	33	Percorso Mxx - Árvore Equilibragem	55,6
Abastecimento e recolha de vazios - Árvore Equilibragem	1567	26	7	Percorso Árvore Equilibragem - Armazém	91,74

Anexo G: Recolha de dados para a análise no software Rockwell Arena



Pour les forts flux, préférer un retour sur un meuble spécifique.

\* *exceptionnel s'entend par ponctuel c'est à dire avec freq = 10 fois/h*

Anexo H: Cotas ergonómicas para POEs (peso das embalagens relacionado com altura da pega)





150873769R	K6-GOLPI.VALV.REG.H4	Bomba Óleo VDOP	N 11 1 5	CAR-G*40--	5000	1	0,24	1	0,12	1	1	33,33	33	20	Estante 7	2	10,1
150881235R	FK-TAMP.VALV.VOP H4	Bomba Óleo VDOP	N 11 1 8	CAR-G*40--	10000	2	0,24	1	0,12	1	1	33,33	33	20	Tubo 10	1	10,1
152438377R	RR-MOLA.VAL.DESC.H4B	Bomba Óleo VDOP	N 11 2 1	CAR-G*13--	1200	1	1,00	1	0,50	1	3	8,00	8	0	Tubo 11	1	9,87
150879090R	AB-ESF.VAL.DESC H4B	Bomba Óleo VDOP	N 11 1 9	CAR-S-2995	1440	1	0,83	1	0,42	1	3	9,60	9	36	Tubo 12	1	8,705
150886288R	MH-FILTRO VOP H4B	Bomba Óleo VDOP	N 11 1 7	CAR-S-1944	2000	1	0,60	1	0,30	1	2	13,33	13	20	Tubo 3	6	2,596
152412073R	SA-VALV.VOP H4B EI	Bomba Óleo VDOP	O+4 0	CAR-G*12--	60	1	20,00	20	10,00	10	60	0,40	0	24	Estante 6	12	7,32
150461525R	34-PINH.CDO VOP M9T	Bomba Óleo VDOP	N+ 14 0	CAR-G*40--	56	1	21,43	22	10,71	11	65	0,37	0	22	Estante 6	12	4,132
150982347R	2X-MOL.VAL.REG.VOP M	Bomba Óleo VDOP	N 11 2 5	CAR-G*13--	4000	1	0,30	1	0,15	1	1	26,67	26	40	Estante 7	3	12,27
150845763R	J6-ALHETA VOP M9T	Bomba Óleo VDOP	N 11 2 4	CAR-G*13--	3000	7	2,80	3	1,40	2	9	2,86	2	51	Estante 5	2	12,27
150467686R	PG-PINH.CDO VOP R9M	Bomba Óleo VDOP	O+1 0	CAR-G*14--	36	1	33,33	34	16,67	17	100	0,24	0	14	Estante 4	20	3,784
150982961R	XK-MOLA.VALV.REG.R9M	Bomba Óleo VDOP	N 13 1 3	CAR-G*13--	5000	1	0,24	1	0,12	1	1	33,33	33	20	Estante 7	2	15,27
7700104134	TJ-EMBOUT BSE K4/F	BSE	O+9 0	BAC-O-4312	400	1	1,50	2	0,75	1	5	5,33	5	20	Estante	2	6,93
226300007R	Y3-CAPTOR TEMP AGUA	BSE	O+9 1	BAC-O-4312	190	1	3,16	4	1,58	2	10	2,53	2	32	Estante	4	5,68
123137801R	7F-BAG.C/GOLA AEQ	Carter AEQ	N 9 2 6	BAC-O-4312	250	4	3,10	4	1,55	2	10	2,58	2	34	Mesa	6	7,18
123134465R	FY-BAG.S/GOLA AEQ	Carter AEQ	N 9 2 8	BAC-O-4312	250	2	1,55	2	0,78	1	5	5,15	5	9	Mesa	6	6,93
8200130197	RX-GUIA 9X11 CENTRAG	Carter AEQ	N 9 2 7	BAC-O-4312	4000	4	0,00	0	0,00	0	0	41,24	41	14	Máquina	1	12,93
8200393391	W6-PARAF.CHAP.AEQ,MX	Carter AEQ	N 9 2 9	CAR-G*40--	320	6	0,00	0	0,00	0	0	2,20	2	11	Calha	16	7,78
8200130197	RX-GUIA 9X11 CENTRAG	Montagem AEQ M1D	N 9 2 7	BAC-O-4312	4000	4	0,00	0	0,00	0	0	100,00	100	0	Máquina	1	12,93
8200382123	5G-CAPA C/RANHURA AE	Montagem AEQ M1D	N 11 2 8	BAC-O-4312	896	4	0,00	0	0,00	0	0	22,40	22	23	Estante 2	6	11,682
8200382124	5H-CAPA PEQUEN AEQ	Montagem AEQ M1D	N 11 2 7	BAC-O-4312	1620	4	0,00	0	0,00	0	0	40,50	40	30	Estante 3	6	124,05
8200382120	5D-MEIA-LUA AEQ MXX	Montagem AEQ M1D	N 11 2 9	BAC-O-4312	3660	4	0,00	0	0,00	0	0	91,50	91	30	Estante 1	2	11,91
0093311890	V9-BOUCHON DIAM 18	Montagem AEQ M9T	N 9 2 4	NIS--0004	2000	3	0,52	1	0,26	1	2	15,41	15	24	Tubo 3	2	1,6
8200130197	RX-GUIA 9X11 CENTRAG	Montagem AEQ M9T	N 9 2 7	BAC-O-4312	4000	2	0,17	1	0,09	1	1	46,24	46	14	Tubo 4	2	12,93
124031057R	8G-BUTEE AEQ M9T	Montagem AEQ M9T	N+ 10 0	BAC-O-4312	216	2	3,20	4	1,60	2	10	2,50	2	29	Mesa	6	13,026
111132479R	R1-PLACA ANT-EMULSAO	Montagem AEQ M9T	M+ 11 0	BAC-O-6433	150	1	2,31	3	1,15	2	7	3,47	3	28	Estante 2	3	10,61
7703002661	GP-PARAF PLACA AEQ	Montagem AEQ M9T	N 9 2 2	CAR-G*40--	1400	2	0,49	1	0,25	1	2	16,18	16	11	Estante 3	2	9,9
7705035035	CG-EIXO 6-12,5 (MOT.	Montagem AEQ M9T	N 9 2 3	CAR-G*40--	5000	2	0,14	1	0,07	1	1	57,80	57	48	Tubo 2	2	15,1
124330284R	07-MASSA AEQ M9T	Montagem AEQ M9T	N+ 9 0	BAC-O-4312	30	4	46,13	47	23,07	24	139	0,17	0	10	Estante 1	20	10,47
124343758R	21-COQ.AEQ M9T NOV	Montagem AEQ M9T	N 9 2 5	BAC-O-4325	215	4	6,44	7	3,22	4	20	1,24	1	14	Estante 1	4	7,57
7703002665	GU-PAR.MAS.AEQ M9T	Montagem AEQ M9T	N 9 2 1	CAR-G*40--	1200	12	3,46	4	1,73	2	11	2,31	2	18	Tubo 1	5	8,5
132593160R	C6-ROLAM.BAL.D4F	Rampa de Balanceiros	P+ 1 2	CAR-S-1697	4800	8	1,33	2	0,67	1	4	6,00	6	0	Palete em BR	-	111,188
868680874R	0F-ANILHA BAL.D4F	Rampa de Balanceiros	P+ 1 0	CAR-S-0336	10000	16	1,28	2	0,64	1	4	6,25	6	15	Estante	2	10,219
8201282017	39-EIXO ROLA.BAL D4F	Rampa de Balanceiros	P+ 2 1	CAR-S-3462	750	8	8,53	9	4,27	5	26	0,94	0	56	Estante	12	8,38
132545993R	AJ-TAMP.EIXO BAL.D4F	Rampa de Balanceiros	P 1 1 3	CAR-G*15--	15000	4	0,21	1	0,11	1	1	37,50	37	30	Estante	1	15,17
7700867670	8T-PARAF.REG.BAL DXX	Rampa de Balanceiros	P 1 1 1	CAR-G*40--	1500	16	8,53	9	4,27	5	26	0,94	0	56	Máquina	5	7,6
8200651792	A7-PORCA REG BAL DXX	Rampa de Balanceiros	P 1 1 2	CAR-G*40--	3000	16	4,27	5	2,13	3	13	1,88	1	52	Máquina	3	9,1
009331221A	5R-TAMPAO D.22 H5	Semelle	P 4 1	CAR-S-1303	750	4	4,00	4	2,00	2	12	2,00	2	0	Prateleira	4	6,114
152410708R	SP-VAL.DES.FILTRO H5	Semelle	P+ 3 0	BAC-O-4312	300	1	2,50	3	1,25	2	8	3,20	3	12	Prateleira	3	3,63
152413953R	ML-VAL.DES.ECHAN.H5F	Semelle	P+ 4 0	BAC-O-4312	250	1	3,00	3	1,50	2	9	2,67	2	40	Prateleira	3	3,18
7703075219	HX-TAMPAO D.16 H5F	Semelle	P 3 1 1	CAR-G*40--	2000	1	0,38	1	0,19	1	2	21,33	21	19	Prateleira	2	6,1
7703090392	Z9-ESFER D.6,35 H5F	Semelle	P 3 1 2	CAR-S-2204	8000	1	0,09	1	0,05	1	1	85,33	85	19	Prateleira	2	8,14
479702843R	Y8-COROA ABS TAMBOR	Tambores	O+ 7 0	CAR-G*12--	270	1	1,67	2	0,83	1	5	4,80	4	48	Tubo 1, 2 e 3	2	11,43
8200639543	MJ-ROLAMENT.TAMBOR	Tambores	O+ 8 1	CAR-G*14--	20	1	22,50	23	11,25	12	68	0,36	0	21	Palete em BR	-	13,72
7703066040	TN-FREIO AI 62 TAMB	Tambores	O 8 0	CAR-G*15--	1000	1	0,45	1	0,23	1	2	17,78	17	46	Tubo 4	1	11,17
118326369R	EJ-PLACA 1 DECANT.	Tampa da Culassa	P+ 6 0	BAC-O-6423	50	1	12,40	13	6,20	7	38	0,65	0	38	Estantes 1 e 3	14	11,93
118322415R	UO-PLACA 2 DECANT.	Tampa da Culassa	P+ 7 0	BAC-O-6423	50	1	12,40	13	6,20	7	38	0,65	0	38	Estantes 1 e 3	14	11,18
132709416R	YC-JUNTA TAMP.CUL.H5	Tampa da Culassa	P+ 8 0	BAC-O-6423	100	1	6,20	7	3,10	4	19	1,29	1	17	Estantes 1 e 3	15	8,78
132774114R	GW-EMBOUT 1 SAID.DEC	Tampa da Culassa	P+ 5 1	BAC-O-4325	700	1	0,89	1	0,44	1	3	9,03	9	1	Estante 2	2	12,05
118100M300	YP-VALV.REAS.VAP.OL	Tampa da Culassa	P 8 1	NIS--0004	800	1	0,78	1	0,39	1	3	10,32	10	19	Estante 2	2	6,4
1181241B00	TG-JUNTA VALV.REASP	Tampa da Culassa	P 7 1	NIS--0004	1000	1	0,62	1	0,31	1	2	12,90	12	54	Estante 2	2	5,6

Bomba Óleo VDOP	1200	3
Bomba Óleo VDOP	1200	3
Bomba Óleo VDOP	1200	3
Bomba Óleo VDOP	1200	3
Bomba Óleo VDOP	1200	3
Bomba Óleo VDOP	1200	3
Bomba Óleo VDOP M	1200	3
Bomba Óleo VDOP M	1200	3
Bomba Óleo VDOP M	1200	3
Bomba Óleo VDOP	1200	3
Bomba Óleo VDOP	1200	3
BSE	600	3
BSE	600	3
Carter AEQ - M9T	194	3
Carter AEQ - M9T	194	3
Carter AEQ - M9R	0	3
Carter AEQ - M9R	0	3
Montagem AEQ M1D	0	3
Montagem AEQ M1D	0	3
Montagem AEQ M1D	0	3
Montagem AEQ M1D	0	3
Montagem AEQ M9T	346	3
Montagem AEQ M9T	346	3
Montagem AEQ M9T	346	3
Montagem AEQ M9T	346	3
Montagem AEQ M9T	346	3
Montagem AEQ M9T	346	3
Montagem AEQ M9T	346	3
Rampa	800	3
Rampa	800	3
Rampa	800	3
Rampa	800	3
Rampa	800	3
Semelle	750	3
Semelle	750	3
Semelle	750	3
Semelle	750	3
Semelle	750	3
Tambores	450	3
Tambores	450	3
Tambores	450	3
Tampa da Culassa	620	3
Tampa da Culassa	620	3
Tampa da Culassa	620	3
Tampa da Culassa	620	3
Tampa da Culassa	620	3

Anexo I: Levantamento de dados



Referência	Peso	Altura mínima	Altura máxima	Altura linha	OK/nOK	Altura armazém	OK/nOK
8200739554	120,17	800	1100		nOK	1550	nOK
8200590978	8,994	500	1500	794	OK	900	OK
8200591071	6,93	500	1500	794	OK	900	OK
7700107717	14,43	700	1300	794	OK	900	OK
7703068106	10,1	700	1300	700	OK	800	OK
7703002668	9,1	700	1300	700	OK	800	OK
7703002637	10,45	700	1300	700	OK	800	OK
8200590984	11,88	700	1300	594	nOK	900	OK
7702300017	9,33	700	1300	1218	OK	500	nOK
150451779R	13,33	700	1300	594	nOK	600	nOK
8200124493	10,54	700	1300	1218	OK	1400	nOK
8200582334	8,93	500	1500	794	OK	900	OK
8200891499	12,7	700	1300	1103	OK	900	OK
8200471925	9,64	700	1300	1103	OK	1900	nOK
7703002929	12,1	700	1300	700	OK	1400	nOK
7700100895	3,17	500	1500	1025	OK	800	OK
7700112538	11,27	700	1300	1025	OK	800	OK
152412885R	7,842	500	1500	889	OK	1100	OK
7700738213	14,68	700	1300	889	OK	900	OK
7703068106	10,1	700	1300	700	OK	800	OK
7700100490	15,7	800	1100	1520	nOK	1300	nOK
8200555002	13,93	700	1300	889	OK	500	nOK
7700273041	9,54	700	1300	500	nOK	1400	nOK
8200582334	8,93	500	1500	794	OK	900	OK
7703002631	8,1	500	1500	1348	OK	800	OK
7703002668	9,1	700	1300	700	OK	800	OK
8200273469	4,97	500	1500	1025	OK	800	OK
7700101250	8,633	500	1500	500	OK	1600	nOK
8200087136	12,26	700	1300	1280	OK	450	nOK
7700100895	3,17	500	1500	1025	OK	800	OK
152412885R	7,842	500	1500	889	OK	1100	OK
7700738213	14,68	700	1300	889	OK	900	OK
8200273469	4,97	500	1500	1025	OK	800	OK
7703068106	10,1	700	1300	700	OK	800	OK
7702300017	9,33	700	1300	1218	OK	500	nOK
7700112538	11,27	700	1300	1025	OK	800	OK
7703002653	9,7	700	1300	1215	OK	1350	nOK
8200555001	12,53	700	1300	1194	OK	1500	nOK
7702300003	15,08	800	1100	1100	OK	450	nOK
8200582334	8,93	500	1500	794	OK	900	OK
8200555002	13,93	700	1300	889	OK	500	nOK
8200128955	14,924	700	1300	700	OK	2900	nOK
8200128954	12,1	700	1300	700	OK	1900	nOK
8200196344	140,03	800	1100	700	nOK	2900	nOK
8200173808	5,33	500	1500	794	OK	3900	nOK
7700106546	5,57	500	1500	1500	OK	800	OK
7700106552	14,76	700	1300	1500	nOK	450	nOK
152412885R	7,842	500	1500	889	OK	1100	OK
7700107717	14,43	700	1300	794	OK	900	OK
7703068106	10,1	700	1300	700	OK	800	OK
8200065121	11,01	700	1300	1800	nOK	600	nOK
7703002631	8,1	500	1500	1348	OK	800	OK
7703002668	9,1	700	1300	700	OK	800	OK
8200273460	4,97	500	1500	1200	OK	800	OK
7700739175	14,1	700	1300	778	OK	1350	nOK
8200555002	13,93	700	1300	889	OK	500	nOK
7700273041	9,54	700	1300	1400	nOK	1400	nOK
7700100490	15,7	800	1100	1070	OK	1300	nOK
150451779R	13,33	700	1300	1480	nOK	600	nOK
8200124493	10,54	700	1300	1218	OK	1400	nOK
7700273041	9,54	700	1300	1250	OK	1400	nOK
8200124493	10,54	700	1300	1218	OK	1400	nOK
150263443R	13,845	700	1300	1126	OK	400	nOK
8200931248	13,89	700	1300	803	OK	500	nOK
150268986R	13,845	700	1300	1126	OK	400	nOK
8200345074	15,09	800	1100	803	OK	1400	nOK
8200345080	10,17	700	1300	803	OK	1400	nOK
8200345084	2,83	500	1500	1449	OK	1350	OK
8200582334	8,93	500	1500	794	OK	900	OK
8200965952	2,73	500	1500	594	OK	1500	OK
8200345145	13,09	700	1300	594	nOK	1350	nOK
8200345147	2,93	500	1500	500	OK	1350	OK
7703002668	9,1	700	1300	700	OK	800	OK
152434578R	7,33	500	1500	1449	OK	1500	OK
8200345140	7,33	500	1500	594	OK	1350	OK
150896419R	1,27	500	1500	1600	nOK	1550	nOK

150821579R	9,676	700	1300	1200	OK	500	nOK
150835129R	3,1	500	1500	800	OK	1000	OK
8200582334	8,93	500	1500	794	OK	900	OK
150931828R	10,1	700	1300	1100	OK	850	OK
150842446R	12,201	700	1300	1200	OK	950	OK
150476796R	10,98	700	1300	1000	OK	500	nOK
150851990R	10,1	700	1300	1500	nOK	1550	nOK
150863515R	2,36	500	1500	1500	OK	1550	nOK
150876881R	2,77	500	1500	1000	OK	1550	nOK
150880870R	9,27	700	1300	1000	OK	1550	nOK
150781236R	10,18	700	1300	700	OK	1600	nOK
150798303R	10,07	700	1300	1500	nOK	1000	OK
150779126R	2,1	500	1500	1600	nOK	1550	nOK
150980047R	12,77	700	1300	1300	OK	1000	OK
150812007R	12,7	700	1300	1500	nOK	1000	OK
150828992R	10,6	700	1300	1400	nOK	1550	nOK
150831890R	19,3	800	1100	1550	nOK	1000	OK
150853722R	16,43	800	1100	1200	nOK	1550	nOK
150860313R	10,1	700	1300	1400	nOK	1000	OK
150935910R	15,1	800	1100	1400	nOK	1000	OK
150979254R	20,1	800	1100	1400	nOK	1550	nOK
150478409R	9,6	700	1300	900	OK	1500	nOK
150263627R	12,64	700	1300	1200	OK	600	nOK
150789593R	10,54	700	1300	700	OK	800	OK
150793549R	9,27	700	1300	1400	nOK	1650	nOK
150772888R	15,27	800	1100	1300	nOK	1000	OK
150850609R	9,97	700	1300	1400	nOK	850	OK
150985273R	12,27	700	1300	1500	nOK	1550	nOK
150873769R	10,1	700	1300	1400	nOK	950	OK
150881235R	10,1	700	1300	1600	nOK	850	OK
152438377R	9,87	700	1300	1500	nOK	1550	nOK
150879090R	8,705	500	1500	1400	OK	850	OK
150886288R	2,596	500	1500	1200	OK	850	OK
152412073R	7,32	500	1500	1700	nOK	750	OK
150461525R	4,132	500	1500		nOK	500	OK
150982347R	12,27	700	1300		nOK	1550	nOK
150845763R	12,27	700	1300	500	nOK	1550	nOK
150467686R	3,784	500	1500	1700	nOK	1500	OK
150982961R	15,27	800	1100	1000	OK	1000	OK
7700104134	6,93	500	1500	460	nOK	200	nOK
226300007R	5,68	500	1500	800	OK	1100	OK
123137801R	7,18	500	1500	1000	OK	1350	OK
123134465R	6,93	500	1500	1000	OK	1350	OK
8200130197	12,93	700	1300	1500	nOK	1350	nOK
8200393391	7,78	500	1500	1700	nOK	1350	OK
8200130197	12,93	700	1300	1500	nOK	1350	nOK
8200382123	11,682	700	1300	1400	nOK	1350	nOK
8200382124	124,05	800	1100	1400	nOK	1350	nOK
8200382120	11,91	700	1300	1400	nOK	1350	nOK
0093311890	1,6	500	1500	1680	nOK	1350	OK
8200130197	12,93	700	1300	1540	nOK	1350	nOK
124031057R	13,026	700	1300	1100	OK	600	nOK
111132479R	10,61	700	1300	1600	nOK	500	nOK
7703002661	9,9	700	1300	320	nOK	1350	nOK
7705035035	15,1	800	1100	1800	nOK	1350	nOK
124330284R	10,47	700	1300	1400	nOK	600	nOK
124343758R	7,57	500	1500	1700	nOK	1550	nOK
7703002665	8,5	500	1500	1700	nOK	1350	OK
132593160R	111,188	800	1100	-	-	-	-
868680874R	10,219	700	1300	1000	OK	200	nOK
8201282017	8,38	500	1500	750	OK	1200	OK
132545993R	15,17	800	1100	1000	OK	1200	nOK
7700867670	7,6	500	1500	800	OK	1200	OK
8200651792	9,1	700	1300	800	OK	1100	OK
009331221A	6,114	500	1500	500	OK	1200	OK
152410708R	3,63	500	1500	500	OK	200	nOK
152413953R	3,18	500	1500	500	OK	200	nOK
7703075219	6,1	500	1500	500	OK	1100	OK
7703090392	8,14	500	1500	500	OK	1100	OK
479702843R	11,43	700	1300	1550	nOK	500	nOK
8200639543	13,72	700	1300	-	-	-	-
7703066040	11,17	700	1300	1550	nOK	200	nOK
118326369R	11,93	700	1300	1600	nOK	1100	OK
118322415R	11,18	700	1300	1200	OK	1100	OK
132709416R	8,78	500	1500	900	OK	1100	OK
132774114R	12,05	700	1300	1000	OK	1800	nOK
118100M300	6,4	500	1500	1300	OK	1800	nOK
1181241800	5,6	500	1500	750	OK	1800	nOK

Anexo J: Levantamento dos dados para análise ergonômica por peça

	132709416R		118322415R			132709416R		132709416R	
	132709416R		118322415R			118322415R		118322415R	
	118100M300		1181241B00			132774114R		132774114R	
	132709416R		118322415R			118326369R		118326369R	
P 8				P 7	P 6	P 5			

	152413953R		152410708R			8201282017		132593160R	
	MPR - Volantes		MPR - Volantes			8201282017		132593160R	
	152413953R		152410708R			8201282017		132593160R	
	152413953R		152410708R			8201282017	132545993R	8200651792	7700867670
	009331221A		7703090392	7703075219		868680874R		868680874R	
	152413953R		152410708R						
<b>P 4</b>		<b>2</b>		<b>1</b>	<b>P 3</b>	<b>P 2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

<b>N 1</b>					<b>N 2</b>	<b>N 3</b>			
	BAC-O-6423		BAC-O-6422			BAC-O-4325		BAC-O-4312	
	Desbordamento		Desbordamento			Desbordamento		Desbordamento	
	Desbordamento		Desbordamento			Desbordamento		Desbordamento	
	Desbordamento		Desbordamento			Desbordamento		Desbordamento	
	Desbordamento		Desbordamento			Desbordamento		Desbordamento	

	8200087136		7700104134			8200639543		479702843R	
	8200087136		7700104134			8200639543		479702843R	
	7700101250		226300007R			8200639543		479702843R	
	7700101250		226300007R			8200639543		479702843R	
	7700101250		226300007R			8200639543		8200065121	
	8200087136		7700104134			7703066040		479702843R	
<b>O 10</b>					<b>O 9</b>	<b>O 8</b>			

<b>N 5</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>N 6</b>	<b>N 7</b>	<b>N 8</b>
	7702300003					8200931248					150451779R	8200555002
	152412885R	8200273460	7703002631	7703002668	7703002668	7703002668	7700106546	7703068106	7700107717		7700100490	7700739175
	8200393391	123134465R	8200130197	123137801R	124343758R	0093311890	7705035035	7703002661	7703002665		150451779R	8200555002
	7702300003					8200931248					150451779R	8200555002
	Desbordamento					Desbordamento					7700100490	7700739175
	Desbordamento					Desbordamento					7700100490	7700739175
											7700100490	7700739175

8200087136	7700104134
8200087136	7700104134
7700101250	226300007R
7700101250	226300007R
7700101250	226300007R
8200087136	7700104134

8200639543	479702843R
8200639543	479702843R
8200639543	479702843R
8200639543	479702843R
8200639543	820065121
7703066040	479702843R

**O 10** **O 9** **O 8** **O 7**



**N 5** **9** **8** **7** **6** **5** **4** **3** **2** **1** **N 6** **N 7** **N 8**

7702300003					8200931248				
152412885R	8200273460	7703002631	7703002668	7703002668	7703002668	7700106546	7703068106	7700107717	
8200393391	123134465R	8200130197	123137801R	124343758R	0093311890	7705035035	7703002661	7703002665	
7702300003					8200931248				
Desbordamento					Desbordamento				
Desbordamento					Desbordamento				

150451779R	8200555002
7700100490	7700739175
150451779R	8200555002
150451779R	8200555002
7700100490	7700739175
7700100490	7700739175
7700100490	7700739175

8200065121	7700106552
8200065121	7700106552
8200065121	7700106552
8200124493	7700273041
8200124493	7700273041
8200065121	7700106552

152412073R	150789593R
152412073R	150789593R
150478409R	150478409R
150478409R	150478409R
152412073R	150789593R

**O 6** **O 5** **O 4** **O 3**



**N 9** **9** **8** **7** **6** **5** **4** **3** **2** **1** **N 10** **N 11** **9** **8** **7** **6** **5** **4** **3** **2** **1** **N 12**

124330284R					124031057R				
152412885R	8200273460	7703002631	7703002668	7703002668	7703002668	7700106546	7703068106	7700107717	
8200393391	123134465R	8200130197	123137801R	124343758R	0093311890	7705035035	7703002661	7703002665	
124330284R					124031057R				
Desbordamento					Desbordamento				
Desbordamento					Desbordamento				

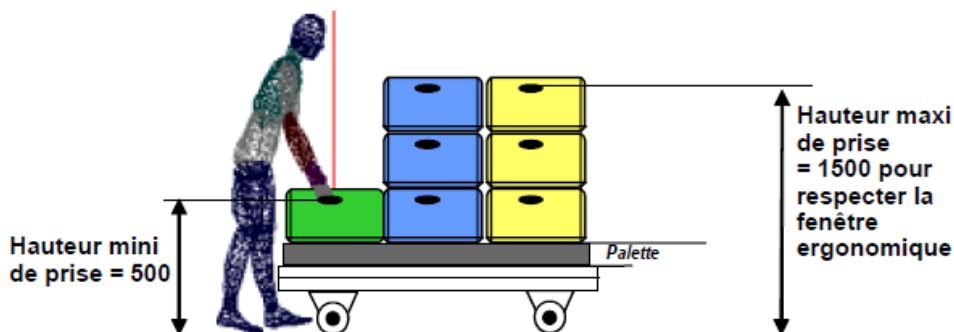
150821579R					150263627R				
150B79090R	150881235R	150886288R	150850609R	150873769R	150772888R	150931828R	150931828R	150935910R	
8200382120	8200382123	8200382124	8200739554	150982347R	150845763R	150985273R	150793549R	152438377R	
150821579R					150263627R				
Desbordamento					Desbordamento				
Desbordamento					Desbordamento				

Desbordamento				Desbordamento													
150781236R				150467686R													
150781236R				150467686R													
150781236R				150467686R													
150781236R				150467686R													
150781236R				150467686R													
O 2								O 1									
N 13										N 14							
9		8		7		6		5		4		3		2		1	
150476796R								150461525R									
8200582334		150842446R		150835129R		150980047R		150B12007R		150798303R		150982961R		150B31890R		150B60313R	
150B96419R		150B53722R		150863515R		150851990R		150B28992R		150876881R		150880870R		150779126R		150979254R	
150476796R								150461525R									
Desbordamento								Desbordamento									
Desbordamento								Desbordamento									

Anexo L: Localizações do túnel dos POEs

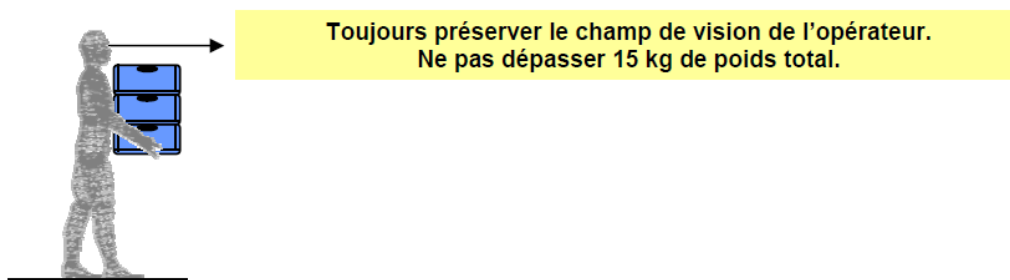
## 1 - PE sur base roulante

- ✓ La hauteur de prise des PE sur base roulante doit respecter les dimensions de la fenêtre ergonomique :



## 2 - Empilage des PE

- ✓ Pour les déplacements avec plusieurs bacs empilés



Anexo K: Pressupostos ergonómicos para POEs

	Eq 1		Eq 2		Eq 3		Média
Processos	Tempo (min/s)		Tempo (min/s)		Tempo (min/s)		Minutos
Volta estantes BOK-BOCV	27	48	28	32	24	17	27
Volta contentores Kxx	41	55	41	15	28	36	37
Volta base AEQ-TC	42	53	40	58	36	49	40
Volta 4h	32	47	33	38	32	19	33
Volta 8h	66	37	64	22	58	44	63
Desmixagem e arrumação	40	41	43	33	38	43	41

Anexo M: Medições de tempos para definição das voltas

Profundidade = 1050

300      300      300

3                      3                      1

300      400      400      300

3 2 2 3

400	400	200	200
-----	-----	-----	-----

2            2            1            1

350      350      350      350

3 3 2 2

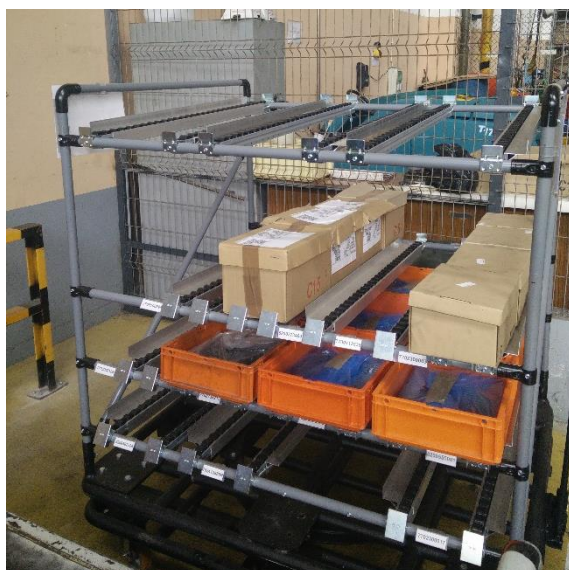
200	200	300	300
-----	-----	-----	-----

5                      5                      3                      1

**Sapata**

## Base Rolante Rotativa

## Rodas

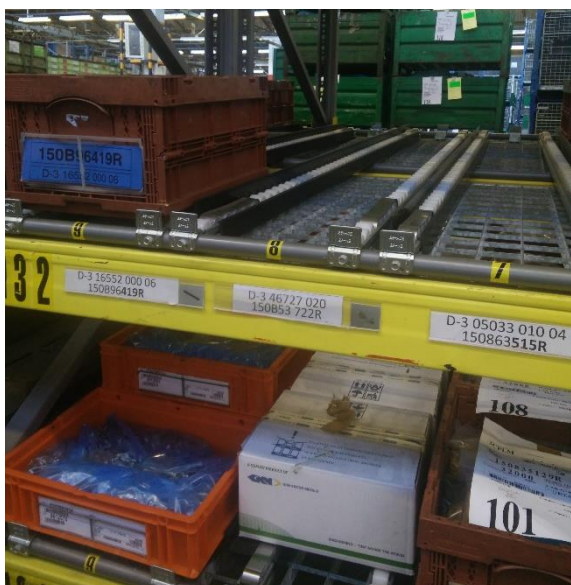


Anexo O: Estantes móveis F40 e G antes de serem agrupadas



Anexo P: Estante móvel F40/G, na zona compactada





Anexo R: Etiquetação das plataformas de armazenamento (armazém e linha de montagem)



Anexo Q: Identificações na estrutura das plataformas de transporte de POEs

<b>1ª Equipa</b>			
Base VOP e Base K	06:15	06:50	00:35
Cont. K1 e Cont K2	06:50	07:35	00:45
Base Aeq + TC	07:35	08:20	00:45
Volta 4H	08:20	08:55	00:35
Volta 8H	08:55	10:05	01:10
Pausa	10:05	10:10	00:05
Base VOP e Base K	10:10	10:45	00:35
Cont. K1 e Cont K2	10:45	11:30	00:45
Base Aeq	11:30	12:15	00:45
Pausa	12:15	12:35	00:20
Volta 4H	12:35	13:10	00:35
Desmixagem e arrumação	13:10	14:00	00:50
<b>2ª Equipa</b>			
Base VOP e Base K	14:15	14:50	00:35
Cont. K1 e Cont K2	14:50	15:35	00:45
Base Aeq + TC	15:35	16:20	00:45
Volta 4H	16:20	16:55	00:35
Volta 8H	16:55	18:05	01:10
Pausa	18:05	18:10	00:05
Base VOP e Base K	18:10	18:45	00:35
Cont. K1 e Cont K2	18:45	19:30	00:45
Pausa	19:30	19:50	00:20
Base Aeq	19:50	20:35	00:45
Volta 4H	20:35	21:10	00:35
Desmixagem e arrumação	21:10	22:00	00:50
<b>3ª Equipa</b>			
Base VOP e Base K	22:15	22:50	00:35
Cont. K1 e Cont K2	22:50	23:35	00:45
Base Aeq + TC	23:35	00:20	00:45
Pausa	00:20	00:25	00:05
Volta 4H	00:25	01:00	00:35
Volta 8H	01:00	02:10	01:10
Pausa	02:10	02:30	00:20
Base VOP e Base K	02:30	03:05	00:35
Cont. K1 e Cont K2	03:05	03:50	00:45
Base Aeq	03:50	04:35	00:45
Volta 4H	04:35	05:10	00:35
Desmixagem e arrumação	05:10	06:00	00:50

Anexo S: Página 1 do plano de abastecimento (horários das equipas da semana)



<b>5ª Equipa</b>			
Base VOP e Base K	06:15	06:45	00:30
Cont. K1 e Cont K2	06:45	07:30	00:45
Base Aeq + TC	07:30	08:15	00:45
Volta 4H	08:15	08:50	00:35
Pausa	08:50	09:00	00:10
Volta 8H	09:00	10:10	01:10
Base VOP e Base K	10:10	10:40	00:30
Cont. K1 e Cont K2	10:40	11:25	00:45
Base Aeq + TC	11:25	12:10	00:45
Volta 4H	12:10	12:45	00:35
Pausa	12:45	13:10	00:25
Desmixagem e arrumação	13:10	14:10	01:00
Base VOP e Base K	14:10	14:40	00:30
Cont. K1 e Cont K2	14:40	15:25	00:45
Base Aeq + TC	15:25	16:10	00:45
Volta 4H	16:10	16:45	00:35
Volta 8H	16:45	17:55	01:10
<b>6ª Equipa</b>			
Base VOP e Base K	18:15	18:45	00:30
Cont. K1 e Cont K2	18:45	19:30	00:45
Base Aeq + TC	19:30	20:15	00:45
Volta 4H	20:15	20:50	00:35
Pausa	20:50	21:15	00:25
Desmixagem e arrumação	21:15	22:15	01:00
Base VOP e Base K	22:15	22:45	00:30
Cont. K1 e Cont K2	22:45	23:30	00:45
Base Aeq + TC	23:30	00:15	00:45
Volta 4H	00:15	00:50	00:35
Pausa	00:50	01:00	00:10
Volta 8H	01:00	02:10	01:10
Base VOP e Base K	02:10	02:40	00:30
Cont. K1 e Cont K2	02:40	03:25	00:45
Base Aeq + TC	03:25	04:10	00:45
Volta 4H	04:10	04:45	00:35
Desmixagem e arrumação	04:45	05:55	01:10

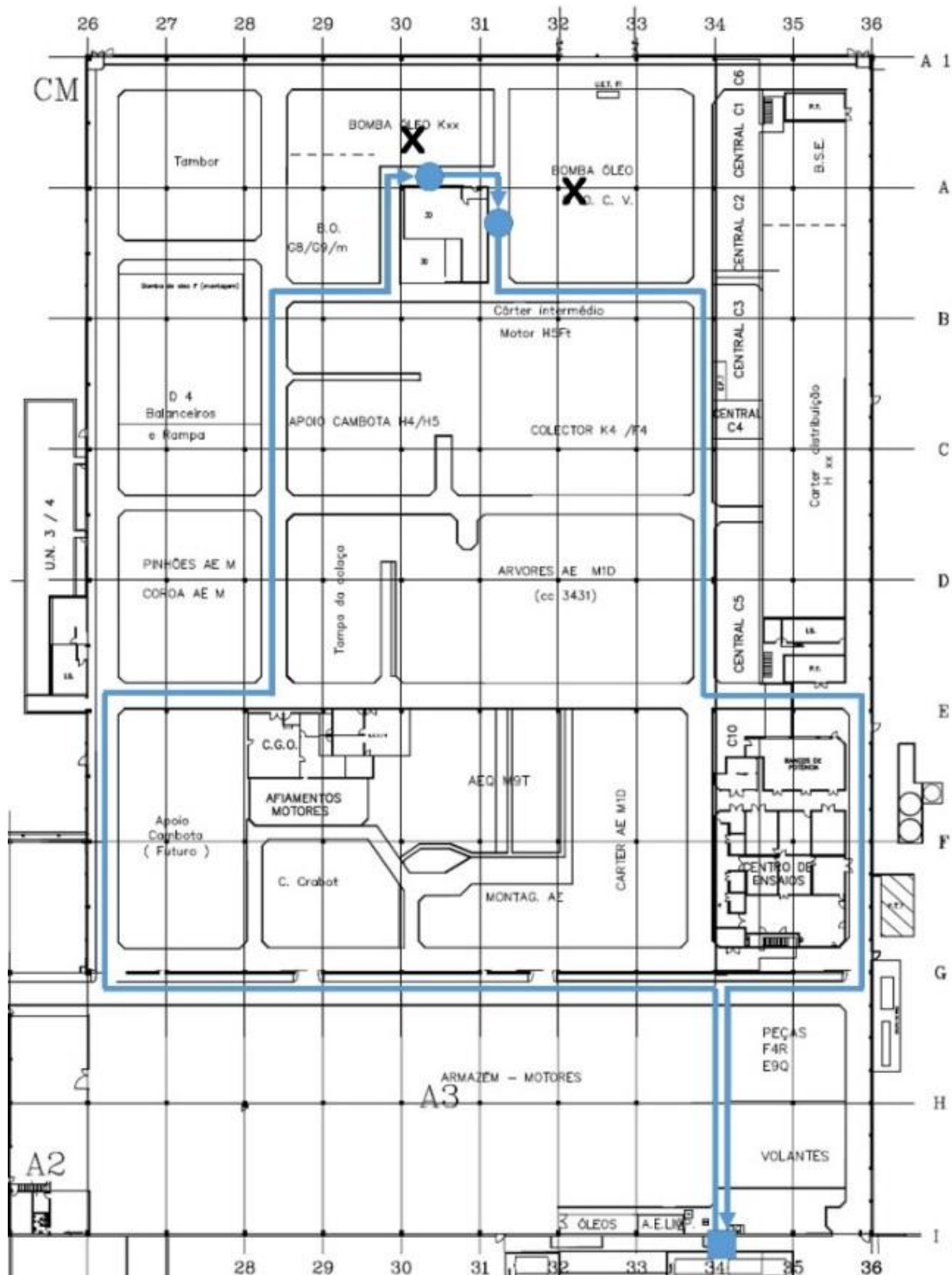
Anexo T: Página 1 do plano de abastecimento (horários das equipas do fim-de-semana)

Volta BOK-BOCV (4h)							
1	Bomba Óleo VOP						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
R/M	150781236R	10	O+ 2 0	12	0	24	Base Móvel
	150779126R	3	N 13 2 2	4	1	40	Tubo 8
	150798303R	1	N 13 1 4	2	9	20	Tubo 5
	150851990R	1	N 13 2 6	2	6	40	Tubo 2
	150863515R	1	N 13 2 7	6	13	20	Tubo 1
	8200582334	1	N 13 1 9	1	13	20	Tubo 4
	150B96419R	1	N 13 2 9	6	6	40	Tubo 7
R/M	150476796R	4	N+ 13 0	6	1	4	Base Móvel
H4	150789593R	10	O+ 3 0	12	0	24	Base Móvel
	150478409R	6	O+ 3 1	9	0	40	Base Móvel
	152438377R	1	N 11 2 1	1	8	0	Tubo 11
	150793549R	1	N 11 2 2	1	10	0	Tubo 9
	150772888R	1	N 11 1 4	1	33	20	Tubo 6
	150B86288R	1	N 11 1 7	6	13	20	Tubo 3
	150881235R	1	N 11 1 8	1	33	20	Tubo 10
	150B79090R	1	N 11 1 9	1	9	36	Tubo 12
2	Bomba Óleo K						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
K22	7700273041	8	O+ 5 1	10	0	15	Base Móvel
K70	8200124493	11	O+ 6 1	10	0	11	Base Móvel
	7700107717	1	N 9 1 1	2	4	4	Base Móvel
	7703068106	1	N 9 1 2	3	15	41	Base Móvel
	7703002631	2	N 9 1 7	5	2	30	Base Móvel
K22	8200555002	3	N+ 8 0	3	1	34	Base Móvel
	7700739175	7	N+ 8 1	9	0	37	Base Móvel
K70	150451779R	4	N+ 7 0	6	1	15	Base Móvel
	7700100490	9	N+ 7 1	9	0	28	Base Móvel

Anexo U: Página 2 do plano de abastecimento

# Volta BOK-BOCV (4h)

## Percurso



### Ordem de Abastecimento

1 - Bomba Óleo K
2- Bomba Óleo VOP

Anexo V: Página 3 do plano de abastecimento

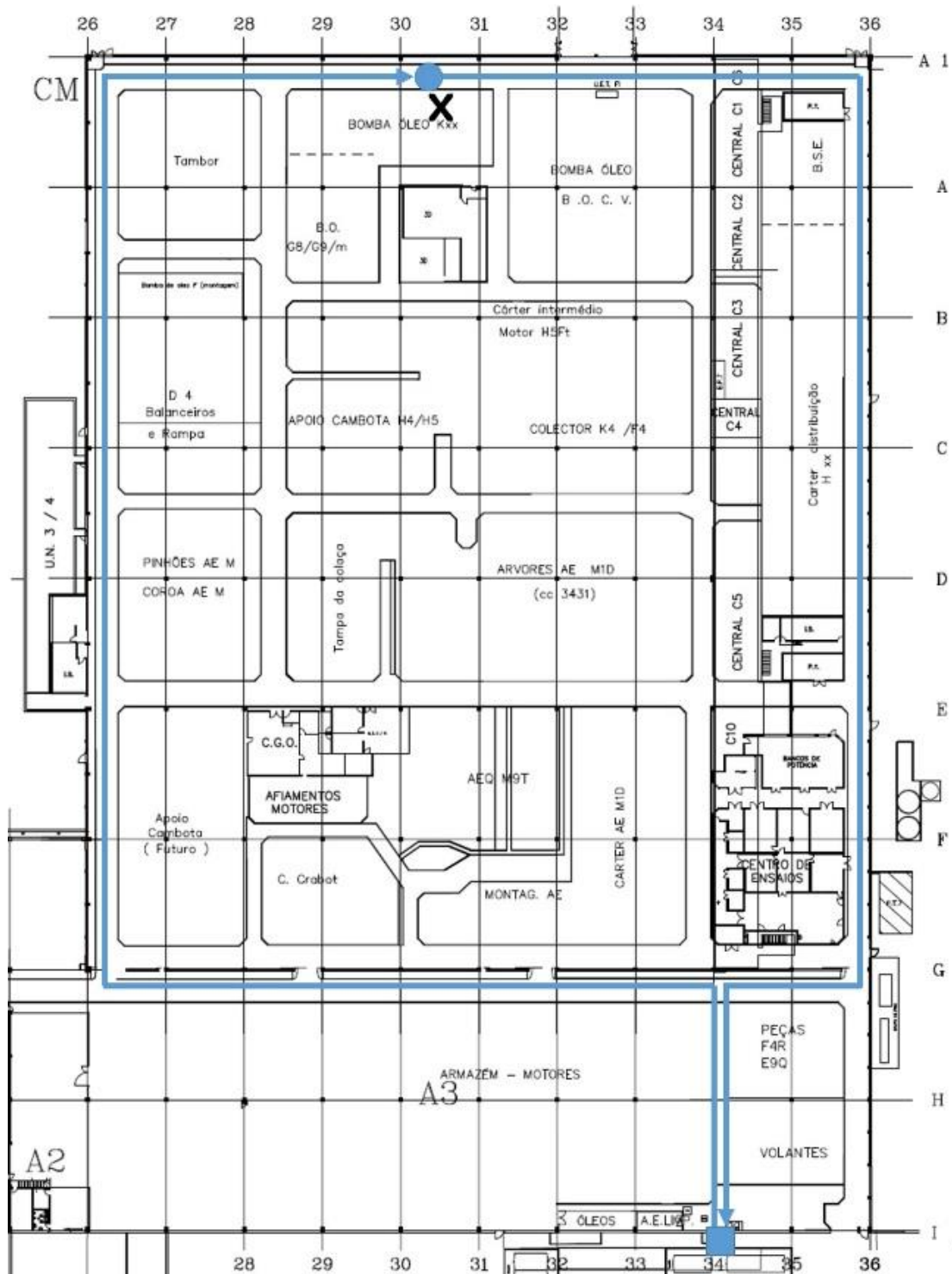
Contentor Kxx (4h)							
1	Bomba Óleo K (Contentor 1)						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
K22	7700273041	8	O+ 5 1	12	0	15	Estante 3 + BR1
K70	8200124493	11	O+ 6 1	14	0	11	Estante 3 + BR1

Contentor Kxx (4h)							
1	Bomba Óleo K (Contentor 2)						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
	7700106552	3	O+ 5 0	4	1	24	Calha + BR2
	8200065121	11	O+ 6 0	14	0	22	Estante 4 + BR2
	7700106546	1	N 9 1 3	4	8	28	Calha + BR2
	7703002668	4	N+ 9 1 4	4	1	10	Máq.1 + BR1
	8200273460	2	N 9 1 8	3	3	45	Máq.2 + BR2
	152412885R	3	N 9 1 9	5	1	48	Máq.3 + BR2

Anexo W: Página 4 do plano de abastecimento

## Contentor Kxx (4h)

### Percurso



### Ordem de Abastecimento

1 - Bomba Óleo K

Anexo X: Página 5 do plano de abastecimento

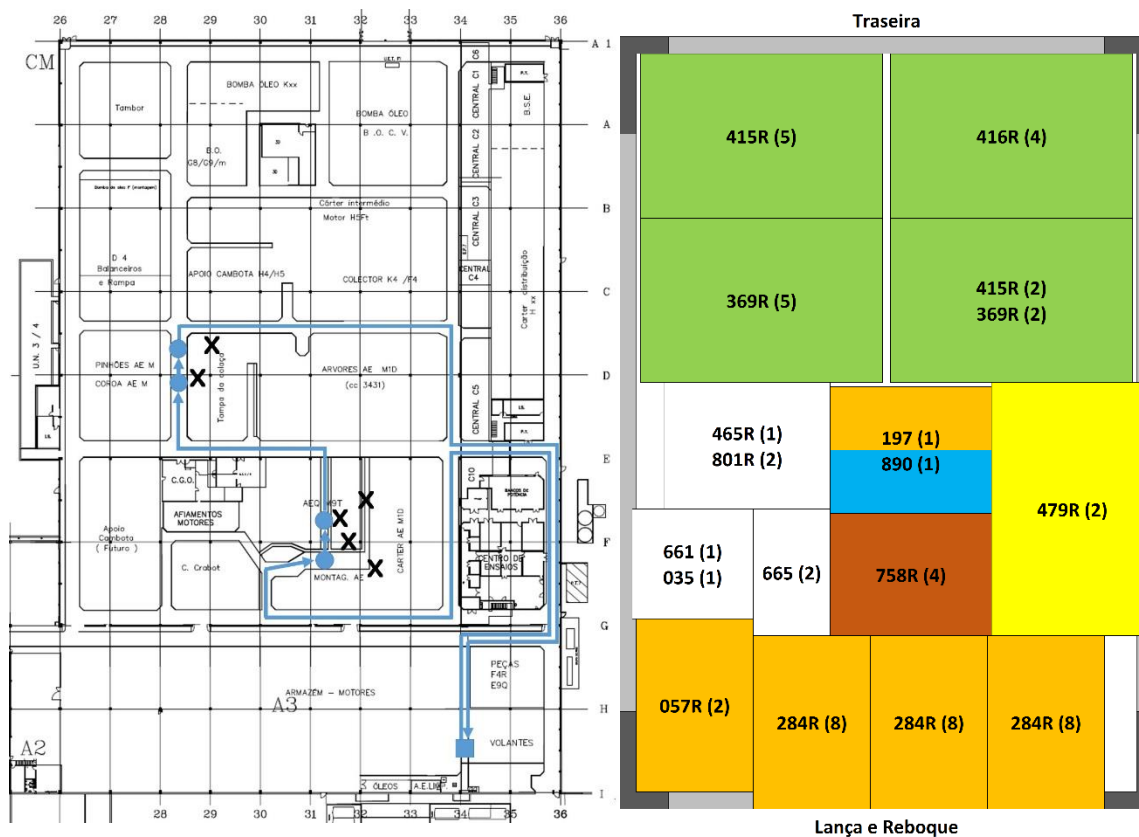
Árvore Equilibragem e Tampa Culassa (4h)							
1	Carter AEQ						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
M9T	123137801R	2	N 9 2 6	6	2	34	Mesa
M9R	8200130197	0	N 9 2 7	1	41	14	Máquina
M9T	123134465R	1	N 9 2 8	6	5	9	Mesa
M9R	8200393391	0	N 9 2 9	16	2	11	Calha
2	Montagem AEQ M9T						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
	124031057R	2	N+ 10 0	6	2	29	Mesa
	7703002665	2	N 9 2 1	5	2	18	Tubo 1
	7703002661	1	N 9 2 2	2	16	11	Estante 3
	7705035035	1	N 9 2 3	2	57	48	Tubo 2
	0093311890	1	N 9 2 4	2	15	24	Tubo 3
	124343758R	4	N 9 2 5	4	1	14	Estante 1
	8200130197	1	N 9 2 7	2	46	14	Tubo 4
	124330284R	24	N+ 9 0	20	0	10	Estante 1
	111132479R	2	M+ 11 0	3	3	28	Estante 2
X	Montagem AEQ M1D						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
	8200382124	0	N 11 2 7	6	40	30	Estante 3
	8200382123	0	N 11 2 8	6	22	23	Estante 2
	8200382120	0	N 11 2 9	2	91	30	Estante 1
	8200130197	0	N 9 2 7	1	100	0	Máquina
X	Árvore M1D						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
	8200739554	0	N 11 2 6	3	500	0	Estante
3	Tampa da Culassa						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
	118326369R	7	P+ 6 0	14	0	38	Estantes 1 e 3
	118322415R	7	P+ 7 0	14	0	38	Estantes 1 e 3
	132709416R	4	P+ 8 0	15	1	17	Estantes 1 e 3

Anexo Y: Página 6 do plano de abastecimento

## Árvore Equilibragem e Tampa Culassa (4h)

## Percorso

## Organização da base



### Ordem de Abastecimento

1 - Árvore de Equilibragem
2 - Tampa da Culassa

Anexo Z: Página 7 do plano de abastecimento

Volta 1 (4h)							
1	Bomba Óleo VOP						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
R9M	150467686R	17	O+ 1 0	20	0	14	Estante 4
M9T	150461525R	11	N+ 14 0	12	0	22	Estante 6
	150835129R	2	N 13 1 7	2	3	20	Estante 5
H/R	150842446R	2	N 13 1 8	3	2	51	Estante 5
H4	150263627R	3	N+ 12 0	6	1	52	Estante 6
	150931828R	2	N+ 11 1 2	8	2	5	Estante 8
M9T	150845763R	2	N 11 2 4	2	2	51	Estante 5
	150821579R	10	N+ 11 0	12	0	26	Estante 1
H4	152412073R	10	O+ 4 0	12	0	24	Estante 6
2	Rampa Balanceiros D4 (2)						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
	7700867670	5	P 1 1 1	5	0	56	Máquina
	8200651792	3	P 1 1 2	3	1	52	Máquina

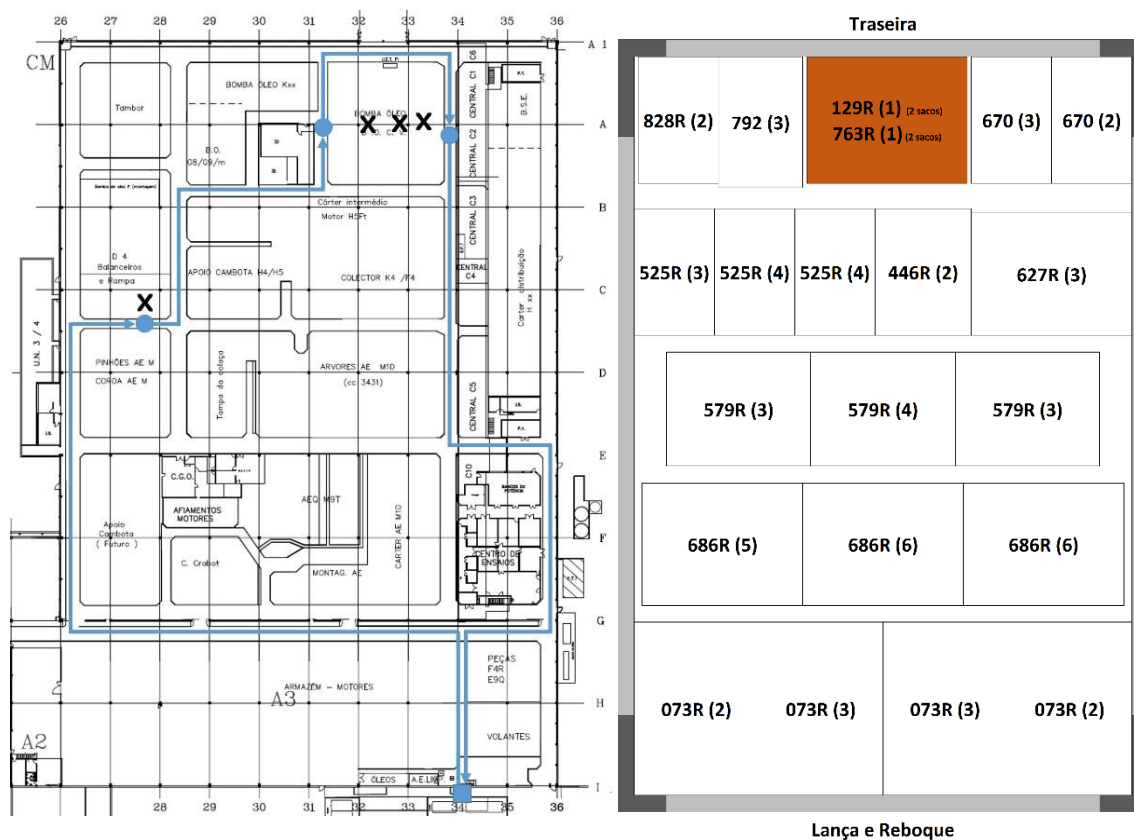
Anexo AA: Página 8 do plano de abastecimento



## Volta 1 (4h)

### Percurso

### Organização da base



### Ordem de Abastecimento

1 - Rampa Balanceiros
2- Bomba Óleo VOP

Anexo BB: Página 9 do plano de abastecimento

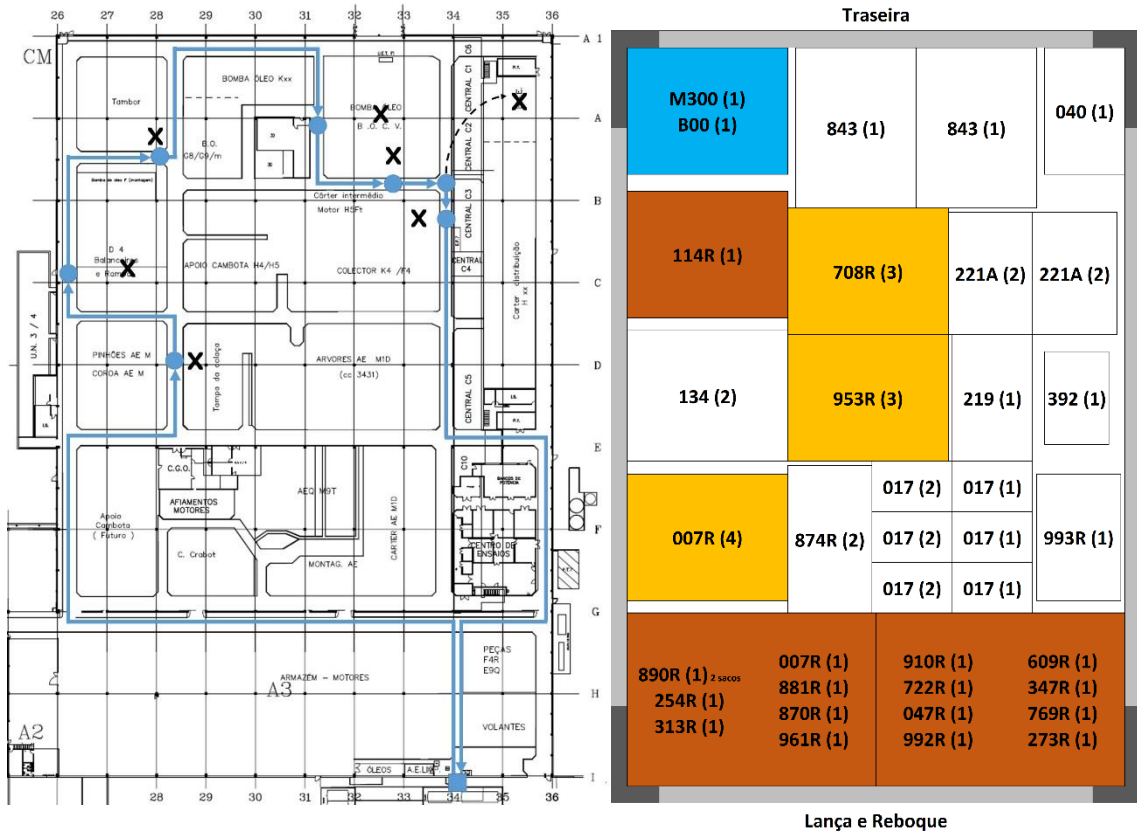
Volta 2 (8h)							
1	Bomba Óleo VOP						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
R/M	150B60313R	1	N 13 1 1	1	66	40	Tubo 20
	150979254R	1	N 13 2 1	3	66	40	Tubo 17
	150B31890R	2	N 13 1 2	4	5	20	Tubo 13
R9M	150982961R	1	N 13 1 3	2	33	20	Estante 7
R/M	150880870R	1	N 13 2 3	2	20	0	Estante 7
	150876881R	1	N 13 2 4	2	16	40	Estante 7
	150B12007R	1	N 13 1 5	2	12	0	Tubo 15
	150B28992R	1	N 13 2 5	1	10	0	Tubo 16
	150980047R	1	N 13 1 6	1	16	40	Tubo 14
	150B53722R	1	N 13 2 8	6	53	20	Tubo 18
	150935910R	1	N 11 1 1	1	100	0	Tubo 19
H4	150985273R	1	N 11 2 3	2	26	40	Estante 7
	150873769R	1	N 11 1 5	2	33	20	Estante 7
M9T	150982347R	1	N 11 2 5	3	26	40	Estante 7
H4	150850609R	1	N 11 1 6	2	9	24	Estante 7
2	Tambores						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
	479702843R	2	O+7 0	2	4	48	Tubo 1, 2 e 3
	7703066040	1	O 8 0	1	17	46	Tubo 4
3	BSE						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
	226300007R	4	O+9 1	4	2	32	Estante
	7700104134	2	O+9 0	2	5	20	Estante
4	Rampa Balanceiros D4 (1)						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
	868680874R	2	P+1 0	2	6	15	Estante
	132545993R	1	P 1 1 3	1	37	30	Estante
	8201282017	9	P+2 1	12	0	56	Estante
5	Semelle						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
	152410708R	3	P+3 0	3	3	12	Prateleira
	7703075219	1	P 3 1 1	2	21	19	Prateleira
	7703090392	1	P 3 1 2	2	85	19	Prateleira
	152413953R	3	P+4 0	3	2	40	Prateleira
	009331221A	4	P 4 1	4	2	0	Prateleira
6	Tampa da Culassa						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
	132774114R	1	P+5 1	2	9	1	Estante 2
	1181241B00	1	P 7 1	2	12	54	Estante 2
	118100M300	1	P 8 1	2	10	19	Estante 2

Anexo CC: Página 10 do plano de abastecimento

## Volta 2 (8h)

## Percurso

## Organização da base



### Ordem de Abastecimento

1 - Tampa da Culassa
2- Rampa Balanceiros
3 - Tambores
4 - Bomba de Óleo VOP
5 - BSE
6 - Semelle

Anexo DD: Página 11 do plano de abastecimento

## RECORD DE PRODUÇÃO

Montagem Bomba de Óleo Cilindrada Variável foi atingido o record diário de **3 271** bombas H.

Parabéns a toda a equipa!



Anexo FF: Recorde de produção de bombas de óleo (semana 11, 2017)

	Processos	Duração (s)	Tempo (min/s)		Percursos	Distância (m)
	Descarregar estante móvel e colocar no local (Kxx)	53	0	53	Percurso Armazém - Kxx (1)	288,54
	Descarregar estante móvel e colocar no local (BOCV)	65	1	5	Percurso Kxx (1) - BOCV (1)	40,71
	Carregar Estantes volta BOK-BOCV	1087	18	7	Percurso BOCV (1) - Armazém	258,17
	Abastecimento e recolha de vazios - Kxx	1496	24	56	Percurso Armazém - Kxx (2)	310,54
	Carregar Contentores Kxx	736	12	16	Percurso Kxx (2) - Armazém	262,03
	Abastecimento e recolha de vazios - Árvore Equilibragem	1567	26	7	Percurso Armazém - Árvore Equilibragem	71,74
	Abastecimento e recolha de vazios - Tampa	291	4	51	Percurso Árvore Equilibragem - Armazém	31,67
	Carregar Base volta AEQ-TC	557	9	17	Percurso Tampa - Armazém	263,52
	Abastecimento e recolha de vazios - Rampa (1)	160	2	40	Percurso Armazém - Rampa (1)	192,36
	Abastecimento e recolha de vazios - BOCV (2)	777	12	57	Percurso Rampa (1) - BOCV (1)	88,81
	Carregar Base volta 4 horas	895	14	55	Percurso BOCV (1) - Armazém	258,17
1x	Abastecimento e recolha de vazios - Tampa	33	0	33	Percurso Armazém - Tampa	176,45
	Abastecimento e recolha de vazios - Rampa (2)	237	3	57	Percurso Tampa - Rampa (2)	20,31
	Abastecimento e recolha de vazios - Tambores	199	3	19	Percurso Rampa (2) - Tambores	13,84
	Abastecimento e recolha de vazios - BOCV	1556	25	56	Percurso Tambores - BOCV (2)	29,92
	Abastecimento e recolha de vazios - BSE	214	3	34	Percurso BOCV (2) - BSE	18,13
	Abastecimento e recolha de vazios - Semelle	321	5	21	Percurso BSE - Semelle	5,89
	Carregar Base volta 8 horas	1251	20	51	Percurso Semelle - Armazém	214,73
1 ou 2x	Descarregar estante móvel e colocar no local (Compactada)	89	1	29	Percurso Armazém - Compactada	265,02
	Carregar Estante pedida	981	16	21	Percurso Compactada - Armazém	281,44

Anexo EE: Recolha de dados para a análise no software Rockwell Arena

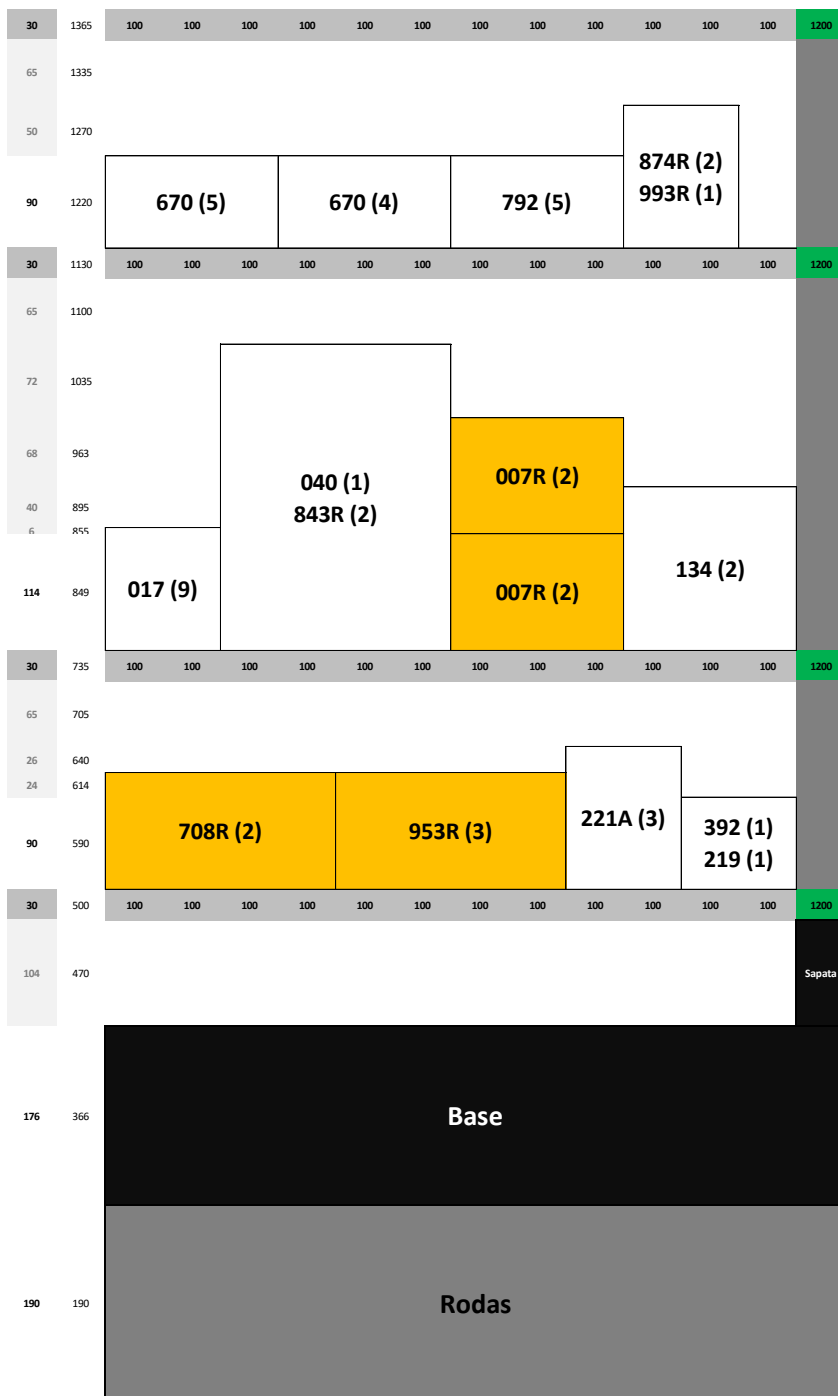
# Retorno

Profundidade = 1000



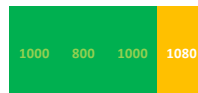
Anexo GG: Idealização de uma estante móvel para colmatar abastecimentos da AEQ e TC

## Retorno



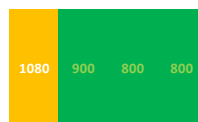
Profundidade = 1000

200 200 200 360



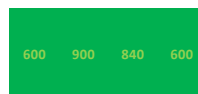
5 4 5 3

120 300 400 400



9 3 2 2

300 300 280 300



2 3 3 2

Anexo HH: Idealização de uma estante móvel para trocar pela base rolante plana da volta das 8h

## Retorno



Anexo II: Idealização de uma estante móvel para colmatar abastecimentos da zona (2) da BOCV